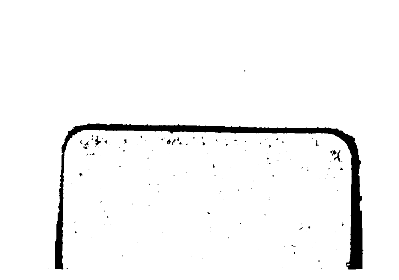






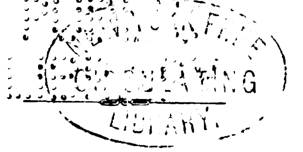
Katechismus der Geologie.

Von

Bernhard von Cotta.

Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage.

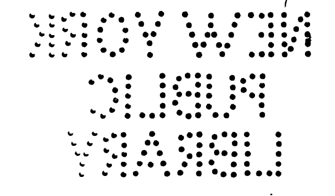
Mit [illegible] in den Text gedruckten Abbildungen.



Leipzig

Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber

1877



Vorwort zur ersten Auflage.

Der Katechismus der Geologie verfolgt denselben Zweck, welchen die übrigen in demselben Verlage erschienenen Katechismen für ihre Fächer anstreben, und ich glaube deshalb hierüber nichts weiter sagen zu müssen.

Dagegen erscheint es mir angemessen, eine allgemeine Bemerkung über gewisse Vorurtheile, welche sehr geeignet sind, das Studium der Geologie nachtheilig zu beeinflussen, hier auszusprechen.

Nur allzu sehr ist noch die Meinung verbreitet und wird durch manche populäre Schriften aufrecht erhalten, die Entwickelungsgeschichte der Erde bestehe aus einer Aufeinanderfolge gewaltiger Umwälzungen oder Naturrevolutionen, deren Verlauf ganz abweichend von dem gewesen sei, was wir jetzt erleben. Man spricht oft von vorweltlichen Naturkräften und Ereignissen, als wenn diese ganz anderen Naturgesetzen gefolgt seien, als den jetzt wirkenden. Aehnliches war vor fünfzig Jahren wohl auch die Ansicht vieler Geologen, aber schon lange haben

sich diese überzeugt, daß die Bildung oder Umbildung der Erde stets unter ähnlichen Bedingungen erfolgt ist, wie die sind, unter denen sie noch jetzt vorschreitet. Jene so verbreiteten extravaganten Ansichten über vorweltliche Naturkräfte und Vorgänge erschweren und fälschen aber sehr leicht die nüchterne Beurtheilung und Erklärung der Thatsachen, indem sie dieselbe nur scheinbar erleichtern.

Wer diesen Katechismus benutzt, der behalte dabei stets im Auge, daß der Zustand des Erdbaues sich weit einfacher durch alltägliche Vorgänge als durch phantastische Katastrophen erklären läßt, wenn nur ihre Wirkungszeit groß genug war, um dadurch ihre scheinbar zu geringe Energie vollständig zu ersetzen.

Freiberg, am 24. Juni 1861.

B. v. Cotta.

Zur dritten Auflage.

In dieser dritten Auflage sind die Fortschritte der Geologie insoweit es für diesen Zweck erforderlich und nützlich erschien aufgenommen worden; auch wurden einige neue Holzschnitte sowie ein Sachregister hinzugefügt.

Freiberg, im August 1877.

B. v. Cotta.

Inhaltsverzeichniss.

Katechismus der Geologie.

Einleitung.

1. Was versteht man unter Geologie?

Die Lehre vom inneren Bau der festen Erdkruste und von deren Bildungsweise.

2. Hat das Wort Geognosie eine andere Bedeutung?

Der Unterschied ist sehr gering. Streng genommen hätte sich die Geognosie nur mit der Untersuchung des Baues der festen Erdkruste zu beschäftigen, ohne eine Erklärung davon zu geben. Gewöhnlich werden aber beide Wörter in gleicher Bedeutung angewendet, und zwar in neuerer Zeit häufiger die Bezeichnung Geologie, als Geognosie.

3. Beschäftigt sich die Geologie nur mit dem inneren Bau der festen Erdkruste?

Dieser ist ganz vorherrschend ihr Gegenstand. Zu dessen Verständniß ist es aber nöthig, auch die äußeren Erdoberflächenformen, die Einwirkungen des Wassers und der Luft so wie das gegenwärtige und frühere organische Leben auf der Erdoberfläche zu berücksichtigen.

4. Ist die feste Erdkruste überall aus gleichartigem Material zusammengesetzt?

Nein! aus sehr verschiedenartigem.

5. Wie nennt man dieses Material?

Gesteine, auch wohl Felsarten oder Gebirgsarten.

6. Sind diese Gesteine alle Felsen?

Nein! manche derselben sind vielmehr so weich, oder so wenig consistent, daß man sie im gemeinen Leben gar nicht Steine nennen würde; so z. B. Thon, Lehm, oder Sand.

7. Sind diese Gesteine im Erdinnern überall in derselben Art und Reihenfolge vertheilt, und mit einander verbunden?

Nein! sie liegen vielmehr in sehr mannigfacher Weise wechselnd neben und unter einander.

8. Reichen diese Gesteine von der Erdoberfläche bis zum Mittelpunkte der Erde?

Das weiß man nicht, aber es ist unwahrscheinlich. Man kennt den Bau der festen Erdkruste nur bis zu der verhältnißmäßig geringen Tiefe von einigen Tausend Fuß, kann aber aus guten Gründen schließen, daß er in ähnlicher Weise noch viele Tausend Fuß fortsetze.

9. Wodurch kennt man den innern Bau der festen Erde bis einige Tausend Fuß unter ihre Oberfläche?

Durch Steinbrüche, bergmännische Arbeiten: Grubenbaue, Bohrlöcher u. s. w.

10. Woraus kann man noch tiefer hinab schließen, als diese Beobachtungen reichen?

Aus den Lagerungsverhältnissen der Gesteine, welche tief hinabreichende Fortsetzungen andeuten.

11. Warum ist es unwahrscheinlich, daß die an der Erdoberfläche bekannten Gesteine bis zum Mittelpunkte der Erde reichen?

Aus mehreren Gründen, z. B. aus der Zunahme der Temperatur der festen Erde mit der Tiefe, und aus dem Hervorquellen heißflüssiger Lava aus Vulcanen.

12. Was vermuthet man unter den Gesteinen?

Einen heißflüssigen Zustand des Erdinnern.

13. Woraus glaubt man, daß diese heißflüssige Innenmasse bestehe?

Im Allgemeinen aus denselben Materialien oder Stoffen, aus welchen die Gesteine bestehen, die die beobachtbare feste Oberfläche bilden, aber im Schmelzzustande.

14. Wie dick glaubt man, daß die feste Kruste oder Schale rings um den heißflüssigen Kern sei?

Etwa 8 bis 10 Meilen dick.

15. Woraus schließt man das?

Aus der beobachtbaren Zunahme der inneren Erdwärme, welche auf 100 Fuß Tiefe ungefähr 1° des hunderttheiligen Thermometers beträgt, und deshalb in der Voraussetzung gleichmäßiger Zunahme ungefähr bei 8 bis 10 Meilen Tiefe eine Höhe erreichen würde, bei der alle bekannten Gesteine schmelzen.

16. Läßt sich das nicht geradezu beweisen?

Nein! es ist nur eine Hypothese. Die Temperaturbeobachtungen reichen nicht tief genug hinab, um daraus mit Sicherheit auf eine ganz constante Wärmezunahme schließen zu können. Es sprechen aber noch manche andere Gründe für die Hypothese.

17. Welche?

Z. B. der schon erwähnte Ausfluß heißflüssiger Gesteinsmassen als Laven aus den vulcanischen Oeffnungen; die große Aehnlichkeit vieler Gesteine, welche in jetzt nicht mehr vulcanischen Gegenden an dem Bau der festen Erdkruste theilnehmen, mit solchen Laven; die Lagerungsverhältnisse dieser Gesteine im Erdinnern, und endlich sogar die Ueberreste von organischen Körpern, d. h. die Versteinerungen derselben, welche man in vielen Gesteinen findet.

18. Warum kann die Aehnlichkeit gewisser Gesteine — mit Laven in nicht vulcanischen Gegenden — für jene Hypothese sprechen?

Weil man daraus und aus ihren Lagerungsverhältnissen schließt, daß sie während früherer Perioden ebenfalls in heiß-

flüssigem Zustande emporgedrungen, und zwischen anderen Gesteinen erstarrt seien.

19. Wie können Versteinerungen organischer Körper als Grund für jene Hypothese dienen?

Weil aus ihrer Organisation hervorgeht, daß auch die von ihnen bewohnte Oberfläche der Erde einst wärmer gewesen sein muß als jetzt.

20. Wie kann man aber daraus auf den gegenwärtigen Temperaturzustand des Erdinnern schließen?

Man vermuthet, daß in einer sehr frühen Periode die Gesammtmasse der Erde sich in einem heißflüssigen Zustande befunden, und daß erst durch allmähliche Abkühlung sich eine nach und nach immer dicker werdende feste Kruste gebildet habe, die deshalb auch an der Oberfläche lange Zeit hindurch noch wärmer war als jetzt. Mit anderen Worten, man vermuthet, daß die gegenwärtige Erdwärme nur der Ueberrest einer einst viel größeren sei.

21. Wie denkt man sich die Gestalt der Erde während ihres durchaus heißflüssigen Zustandes?

Anfangs kugelförmig durch nach allen Richtungen gleiche Anziehung ihres Schwerpunktes, welche Gestalt überhaupt jeder durch keine andere Kraft beeinflußte frei schwebende Tropfen irgend einer Flüssigkeit nothwendig annimmt.

22. Warum ist denn aber die Erde jetzt keine regelmäßige Kugel mehr, sondern ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid?

Weil dieselbe in Folge ihrer Rotation um eine imaginäre Axe nach mechanischen Gesetzen durch die sogenannte Centrifugalkraft nothwendig an den Polen abgeplattet werden mußte wie sie es wirklich ist, d. h. die anfängliche Kugel wurde dadurch zum Rotationssphäroid, und diese ihre gegenwärtige Gestalt ist daher ebenfalls ein Grund, ja fast ein Beweis für ihren einst

durchaus flüssigen Zustand, der höchst wahrscheinlich durch sehr hohe Temperatur bedingt war.

23. Könnte dieser flüssige Zustand nicht auch auf andere Weise bedingt gewesen sein?

Nach den bis jetzt bekannten Naturgesetzen ist keine andere Art des flüssigen Zustandes der ganzen Erde denkbar oder annehmbar.

24. Demnach wären also wohl überhaupt alle Gesteine, welche die feste Erdkruste bilden, durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande hervorgegangen?

Durchaus nicht, vielmehr läßt sich für einen sehr großen Theil derselben ganz bestimmt nachweisen, daß sie durch Wasser abgelagert worden sind.

25. Wie wäre das möglich gewesen?

Nachdem die Krustenbildung durch Erstarrung eine gewisse Dicke erreicht hatte, und die Oberfläche so weit abgekühlt war, daß darauf Wasser bestehen konnte, entstand dieses aus seinen Elementen, die vorher den heißflüssigen Erdkörper gasförmig umgaben, und dieses Wasser wirkte sowohl mechanisch als chemisch zerstörend auf die vorhandene Erstarrungskruste, und lagerte das Zerstörungsmaterial an anderen Orten in Schichten über einander, die mit der Zeit zu mehr oder weniger festem Gestein wurden. Von diesem Zeitpunkte der Wasserentstehung an dauerten dann beide Arten der Gesteinsbildung: durch Erstarrung und Wasserablagerung, — die vulcanische und die neptunische —, nur die Localitäten wechselnd, unausgesetzt fort bis jetzt.

26. Ist die soeben entwickelte Hypothese allgemein anerkannt?

Zwar nicht von allen, aber doch von der großen Mehrzahl der Geologen.

27. Bildet sie die Grundlage der Geologie?

Nein, ganz im Gegentheil; sie ist nur ein Resultat geologischer Forschungen, nicht deren Basis. Es ist die, nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft befriedigendste, allgemeine Erklärung der beobachteten Thatsachen. Von ihrer Richtigkeit ist das Gebäude der Geologie durchaus nicht abhängig, seine Grundlagen würden durch ihre Widerlegung nicht erschüttert werden.

28. Setzt das Studium der Geologie andere Naturwissenschaften als Vorkenntnisse voraus?

Ja wohl! ganz besonders Mineralogie, Physik, Chemie, physikalische Geographie, womöglich auch etwas Botanik und Zoologie.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Beschaffenheit der Gesteine.

29. Woraus bestehen die Gesteine?

Aus Mineralaggregaten, d. h. aus Anhäufungen von Mineraltheilchen.

30. Sind alle Gesteine auf gleiche Weise aus denselben Mineraltheilchen zusammengesetzt?

Sowohl die Mineraltheilchen, als auch die Art ihrer Zusammenfügung sind bei den einzelnen Gesteinen verschieden, und darin bestehen deren Unterschiede, die zu verschiedenartigen Benennungen derselben veranlaßt haben.

31. Besteht jedes Gestein nur aus Theilchen eines Minerals?

Nein! Einige Gesteine bestehen allerdings wesentlich nur aus individuellen Theilchen eines Minerals, wie z. B. Kalkstein aus

Kalkspaththeilchen; die meisten aber bestehen aus einer Mengung oder innigen Verbindung mehrerer Mineralien, wie z. B. der Granit aus Feldspath, Quarz und Glimmer. Danach unterscheidet man einfache und gemengte Gesteine.

32. Inwiefern ist die Verbindungsweise der Mineraltheile eine ungleiche?

In einigen Gesteinen sind die Mineraltheilchen krystallinisch mit einander verwachsen, in anderen sind sie nur mechanisch verbunden, oder durch ein Cäment verkittet; in manchen endlich liegen sie nur lose über und neben einander. Danach unterscheidet man krystallinische, mechanisch verbundene (klastische) und lockere Gesteine.

33. Nehmen an der Zusammensetzung der Gesteine alle die Hunderte von Mineralspecies theil, welche man kennt?

Nein! einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung der Gesteine nimmt nur ein kleiner Theil aller bekannten Mineralspecies.

34. Welches sind die wichtigsten oder häufigsten derselben?

Die wichtigsten der Gesteine bildenden Mineralien sind die folgenden:

a) in gemengten Gesteinen: Quarz, Feldspath (Orthoklas, Oligoklas, Labrador, Sanidin und Albit), Leuzit, Nephelin, Glimmer (Kali- und Magnesiaglimmer), Chlorit, Talk, Hornblende oder Amphibol (mehrere Species), Augit oder Pyroxen (mehrere Species), Granat, Olivin, Schörl;

b) in einfachen Gesteinen: Kalkspath, Rauthenspath, Gyps, mehrere Arten von Eisenerz, mehrere Kohlenarten, Steinsalz und Eis.

35. Sind das alle?

Es sind so ziemlich alle, welche als wesentliche Gemengtheile in Gesteinen auftreten; als unwesentliche Beimengungen kommen aber noch viele andere Mineralien vor. Am häufigsten Apatit, Titanit, Kyanit, Magnetkies, Eisenkies u. s. w.

36. Welches ist denn der Unterschied zwischen wesentlichen und unwesentlichen Gemengtheilen?

Wesentlich nennt man diejenigen Gemengtheile, ohne welche die Gesteine eine in der Hauptsache durchaus andere Zusammensetzung haben würden, unwesentlich oder accessorisch dagegen diejenigen, welche nur vereinzelt hier und da in Gesteinen auftreten, ohne den Totalcharakter derselben wesentlich zu bedingen. Durch Beispiele wird das später deutlicher werden.

37. Sind die gemengten Gesteine gewöhnlich aus sehr vielen, oder nur aus wenigen der genannten Mineralien zusammengesetzt?

Selten aus mehr als dreien, oft nur aus zweien.

38. Sind diese Gemengtheile der Gesteine deutlich zu unterscheiden und zu erkennen?

Bei einigen Gesteinen sind sie sehr leicht und deutlich zu unterscheiden, so z. B. beim Granit; bei anderen dagegen sind sie so klein, und so innig mit einander verwebt, daß man sie mit unbewaffnetem Auge durchaus nicht, und oft erst bei starker Vergrößerung unter dem Mikroskop erkennen kann, wie z. B. beim Basalt. Man unterscheidet danach die Gesteine in deutlich gemengte und undeutlich gemengte.

39. Wie unterscheidet man aber die undeutlich gemengten Gesteine von den einfachen?

Zuweilen ist diese Unterscheidung ohne chemische oder mikroskopische Analyse gar nicht möglich, und man hat deshalb manche undeutlich gemengte Gesteine, wie z. B. den Basalt, lange Zeit für einfach gehalten. Einige einfache Gesteine, wie körniger Kalkstein, bestehen aber aus so erkennbaren individuellen Mineraltheilchen, daß die Unterscheidung leicht ist. Es hängt das davon ab, ob die Textur körnig oder dicht ist, wovon nachher die Rede sein wird.

40. In welchen Gesteinen treten außer den wesentlichen auch unwesentliche Gemengtheile auf?

Vereinzelt fast in allen gemengten wie einfachen, aber nicht

überall, in einigen häufig, in anderen selten; überdies auch in sehr verschiedener Weise.

41. Inwiefern ist die Art und Weise des Vorkommens der unwesentlichen Gemengtheile verschieden?

Die unwesentlichen Gemengtheile treten theils als vereinzelte Krystalle oder Krystallaggregate, theils aber auch nur als die ganze Masse durchdringende und oft zugleich färbende Bestandtheile auf. So finden sich im Granit zuweilen kleine Krystalle von Granat, Schörl, Magneteisenerz oder Eisenkies, im körnigen Kalkstein Krystalle von Quarz, Augit oder Glimmer, im Basalt solche von Glimmer oder Hornblende. Andere undeutlich gemengte, dichte Gesteine sind dagegen accessorisch durchdrungen von Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat, Bitumen oder dergl., und es wird dadurch zuweilen nur ihre Färbung, Härte, Verwitterbarkeit oder dergl. etwas verändert.

42. Aus wie vielerlei Gesteinen ist die feste Erdkruste zusammengesetzt?

Die Zahl läßt sich nicht fest bestimmen, man unterscheidet sehr vielerlei Gesteinsarten; die meisten sind aber nicht scharf gegen einander abgegrenzt, sondern bilden vielmehr Uebergänge in einander, so daß man außer den normalen typischen Gesteinen auch noch eine große Zahl Uebergangsstufen unterscheiden kann.

43. Wodurch unterscheidet man die Gesteine von einander?

Durch ihre ungleiche mineralogische Zusammensetzung und durch ihre Textur. Da diese beiden Charaktere aber zuweilen noch nicht ausreichen, so nimmt man auch noch andere zu Hülfe, namentlich die chemische Analyse, die Art des Vorkommens, und die Verbindung mit deutlich erkennbaren Varietäten.

44. Was versteht man unter der Textur der Gesteine?

Zunächst und hauptsächlich die Größe, Form, Vertheilungs- und Verbindungsweise der einzelnen individuellen Mineral-



theilchen, aus welchen die gemengten wie die einfachen Gesteine bestehen. Man rechnet aber im weiteren Sinne dazu auch noch einige andere Eigenthümlichkeiten.

45. Würde es nicht zweckmäßiger sein, die Gesteine wesentlich nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung zu unterscheiden, und nach der Textur blos Varietäten zu trennen?

Consequenter und logischer würde das ganz gewiß sein; es ist aber leider nicht ausführbar, da man die mineralogische Zusammensetzung ohne mikroskopische oder chemische Analyse in vielen Fällen gar nicht, und selbst durch diese oft nur schwierig oder nur unsicher erkennen kann.

46. Stimmen die mineralogischen und die Texturunterschiede stets mit einander überein?

Nein! Vielmehr zeigen dieselben Mineralgemenge oft ganz ungleiche Textur, so z. B. Granit und Gneiß, die beide mineralogisch gleich zusammengesetzt sind und sich nur durch ihre Textur unterscheiden, und noch häufiger wiederholt sich ganz gleiche Textur bei sehr ungleichen Mineralgemengen.

47. Werden dadurch nicht Schwierigkeiten für die Bestimmung veranlaßt?

Allerdings! sie sind aber unvermeidlich, und es würden noch größere eintreten, wenn man die Trennung in Gesteinsarten nur nach der mineralogischen Zusammensetzung bewirken wollte. Außer den bloßen Schwierigkeiten sind aber durch das doppelte Princip der Artentrennung auch noch große Inconsequenzen veranlaßt worden, zu denen indessen meist die ungleichen Arten des Vorkommens Veranlassung gaben. So hat man z. B., wie oben bemerkt wurde, die schiefrige Varietät des Granites von diesem Gestein getrennt, und Gneiß genannt, eben so hat man die deutlich gemengte körnige Varietät des Basaltes Dolerit genannt, während man dagegen die körnigen, dichten, und schiefrigen Varietäten des Kalksteins nicht mit besonderen Namen belegt hat, sondern sie nur als Varietäten eines Hauptgesteines unterscheidet.

48. Welches sind die verschiedenen Texturarten der Gesteine?

Man kann auch hier ganz wesentliche und accessorische Texturarten unterscheiden; doch würde es nicht passend sein, die letzteren unwesentliche zu nennen.

49. Welches sind die ganz wesentlichen Texturarten?

Das sind die durch die ungleiche Größe der individuellen Mineraltheilchen bedingten Aggregatzustände, welche man als körnig oder dicht zu bezeichnen pflegt. Diese beiden Gegensätze sind aber nicht scharf von einander abgegrenzt. Körnig nennt man nämlich die gemengten wie die einfachen Gesteine dann, wenn man ihre individuellen Mineraltheile noch mit unbewaffnetem Auge unterscheiden kann, dicht dagegen, wenn das wegen ihrer Kleinheit nicht mehr möglich ist. Die Grenze ist demnach sogar nach der Sehkraft verschieden.

50. Warum sind diese Texturunterschiede ganz wesentliche?

Weil jedes Gestein nothwendig entweder körnig oder dicht (deutlich oder undeutlich gemengt) sein muß, und kein Gestein an derselben Stelle zugleich körnig und dicht sein kann. Diese Zustände sind demnach einerseits nothwendige, und andererseits sich gegenseitig ausschließende, während von den anderen Texturarten keine nothwendig vorhanden sein muß, und mehrere zugleich auftreten können.

51. Lassen sich diese Grundtexturarten noch weiter zerspalten?

Allerdings! Man unterscheidet z. B. grobkörnig, mittelkörnig, feinkörnig, krystallinisch-körnig, rundkörnig, sandsteinartig, conglomerat- und breccienartig, welches genau genommen Alles Modificationen des körnigen Zustandes sind. In der Regel versteht man aber unter körnig, ohne weiteren Beisatz, allemal den krystallinisch-körnigen Zustand.

52. Zerfällt der dichte Zustand auch in solche Varietäten?

Ja! auch hierbei läßt sich unterscheiden: der gewöhnliche dichte Zustand, der erdige, wackenartige oder zerreibliche

Zustand, so wie der glas- oder opalartige, welcher letztere genau genommen eine Zusammensetzung aus individuellen Theilchen ganz ausschließt, und somit eigentlich wesentlich davon verschieden ist, was aber nur unter Einwirkung polarisirten Lichtes sicher erkannt werden kann.

53. Was nennt man grob-, mittel- und feinkörnig?

Das läßt sich nicht genau, sondern nur ungefähr, durch Vergleichung mit bekannten Körnergrößen, bestimmen. Man pflegt Gesteine, deren Gemengtheile ungefähr die Größe einer Erbse haben, mittelkörnig zu nennen; bei größeren Körnern wendet man den Ausdruck grobkörnig, bei kleineren den Ausdruck feinkörnig an.

54. Worin besteht das Besondere der krystallinisch-körnigen Textur?

Die einzelnen Mineraltheile oder Körner sind dabei, ohne erkennbares Bindemittel, krystallinisch mit einander verwachsen, und jedes einzelne Theilchen zeigt gewöhnlich krystallinische Formen.

55. Worin besteht das Eigenthümliche der rundkörnigen Textur?

Darin, daß die einzelnen Körner kleine Kugeln bilden, die gewöhnlich aus concentrischen Schalen oder aus radialen Strahlen zusammengesetzt, unter einander aber durch ein Bindemittel vereinigt sind. Man wendet dafür auch die Ausdrücke erbsensteinartig oder pisolithisch, rogensteinartig oder oolithisch an. Siehe Holzschnitt S. 15.

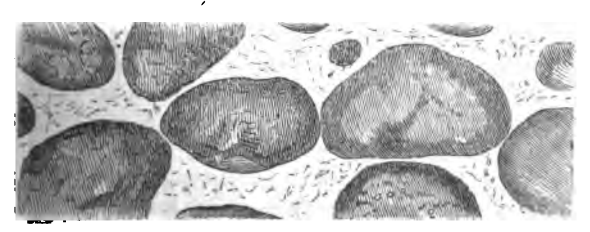
56. Worin bestehen die Eigenthümlichkeiten der sandstein-, conglomerat- und breccienartigen Textur?

Bei der sandsteinartigen Textur sind einzelne abgerundete Körner (meist Quarzkörner) durch ein Bindemittel wie Thon, Mergel oder Eisenoxyd mit einander verkittet; bei der conglomeratartigen sind die verbundenen Theile größere Geschiebe, die zuweilen selbst aus gemengten Gesteinen bestehen; bei der breccienartigen endlich sind sie nicht abgerundet, sondern es

Ein Stück Erbsenstein von Carlsbad, welches vorstehend abgebildet ist, dürfte geeignet sein, die rundkörnige Textur anschaulich zu machen.

sind Bruchstücke von Gesteinen oder Mineralien, welche durch irgend ein Bindemittel mit einander verkittet sind. Siehe Holzschnitt S. 16.

Die Varietäten des dichten Zustandes bedürfen keiner weiteren Erläuterung.



Ein Conglomerat mit ziemlich dichtem Bindemittel.



Eine Breccie gebildet durch Stücke von Bandachat; diese Brecciendart pflegt man Trümmerachat zu nennen.

57. Welches sind die accessorischen Texturarten der Gesteine?

Hauptsächlich folgende: porphyrartig, schiefrig, flaßrig, linearparallel, blasig, mandelsteinartig und oolithisch.

58. Worin besteht die porphyrartige Textur?

Darin, daß in einer dichten oder auch körnigen Grundmasse einzelne Mineralien als Krystalle oder krystallinische Theile besonders deutlich hervortreten.

59. Ist jedes porphyrartige Gestein ein Porphyr?

Nein! es ist vielmehr üblich, nur die porphyrartigen Gesteine mit dichter Grundmasse Porphyr zu nennen, bei denen mit körniger Grundmasse dagegen die Bezeichnung porphyrartig dem Hauptnamen voraus zu stellen. So sagt man z. B. porphyrartiger Granit und versteht darunter einen Granit, in welchem einzelne Feldspathkrystalle deutlich hervortreten, während man mit Granitporphyr ein Gestein bezeichnet, in dessen dichter Felsitgrundmasse zerstreute Krystalle von Feldspath, Quarz und Glimmer liegen.

60. Worin besteht die schiefrige Textur?

Darin, daß die Gesteine nach einer Flächenrichtung leichter spalten als nach jeder anderen, so daß sie sich in Folge davon in dünne Platten trennen lassen, wie z. B. der Dachschiefer. Als flaßrig bezeichnet man nur einen unvollkommeneren Zustand der schiefrigen Textur.

61. Worin besteht der Linearparallelismus der Gesteine?

Darin, daß einzelne Gemengtheile derselben, zuweilen Krystalle, oder auch Blasenräume, nach einer Richtung besonders ausgedehnt sind; oder auch darin, daß zarte Falten schiefriger Gesteine alle unter einander parallel verlaufen.

62. In welchem Falle nennt man ein Gestein blasig?

Wenn es gerundete Hohlräume enthält, die den Charakter von Blasenräumen an sich tragen, wie z. B. viele Schlacken.

63. Wodurch sind solche Blasenräume entstanden?

Jedenfalls durch innere Gasentwickelung während des Erhärtens des Gesteins.

64. Was versteht man unter mandelsteinartig?

Mandelsteinartig nennt man Gesteine dann, wenn die darin enthaltenen Blasenräume durch neuere Mineralbildungen ausgefüllt sind, wodurch dann die ganze Masse zuweilen das Ansehen von einem Backwerk mit eingeschlossenen Mandeln erhält. Mandelsteinartige Gesteine sind stets aus blasigen entstanden.

65. Wird jedes mandelsteinartige Gestein: Mandelstein genannt?

Ja! da aber die Grundmasse der Mandelsteine sehr verschieden ist, so hat man womöglich immer eine nähere Bezeichnung derselben hinzuzufügen. Man sagt z. B. Basaltmandelstein oder basaltischer Mandelstein, Grünsteinmandelstein, Melaphyrmandelstein u. s. w.

66. Kommen von diesen accessorischen Texturarten zuweilen mehrere vereint an einem Gesteine vor?

Ja! ein porphyrartiges Gestein kann z. B. zugleich schiefrig,

blasig oder mandelsteinartig sein; ein schiefriges kann zugleich linearparallel sein, u. s. w.

67. Sind das nun alle Texturarten, welche an Gesteinen vorkommen?

Man pflegt noch einige andere zu unterscheiden, die aber weniger charakteristisch sind, z. B. fasrig, späthig, knothig, wulstig, porös, drusig u. s. w.

68. Kann man, mit Hülfe der Gemengtheile und Texturarten, alle in der Erdkruste vorkommenden Gesteinsarten sicher erkennen und bestimmen?

So ziemlich, ja! aber vollständig reichen sie dazu, wie schon oben bemerkt wurde, nicht aus. Da nämlich die Gesteine nicht scharf von einander abgegrenzte Species, wie die Mineralien, sondern vielmehr mannigfache Uebergänge in einander bilden, so kann man überhaupt nicht alle in der Natur vorkommenden Mineralaggregate, welche als Gesteine auftreten, mit besonderen feststehenden Namen belegen; man muß sich vielmehr zuweilen durch Vergleichungen oder besondere Beschreibungen zu helfen suchen, um die große Mannigfaltigkeit derselben schildern und unterscheiden zu können.

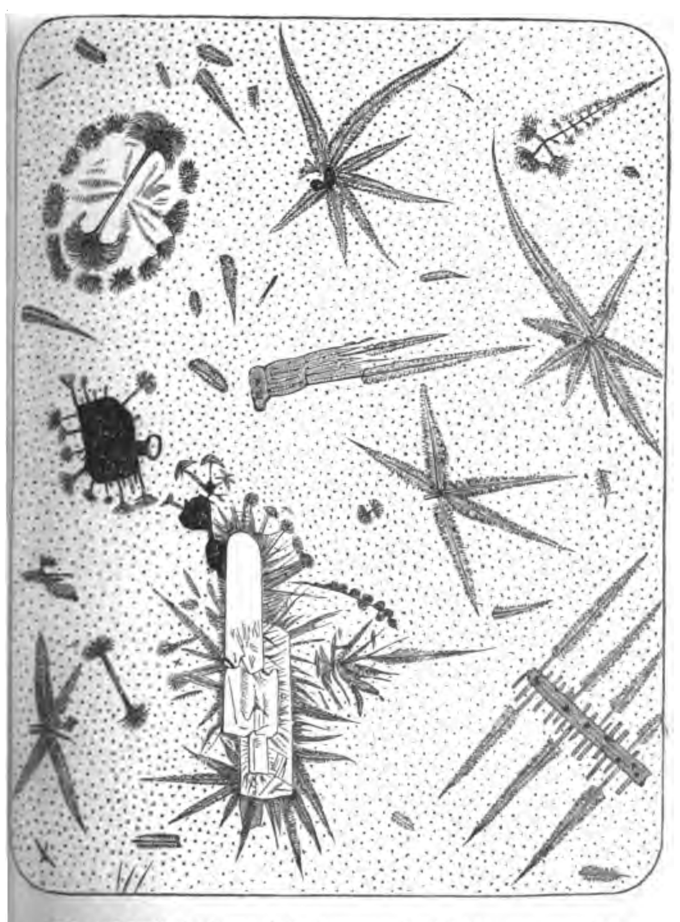
69. Wie kann man Gesteine mikroskopisch untersuchen?

Man schleift Splitter derselben auf Glas gekittet so dünn daß sie durchsichtig werden und bringt diese unter das Mikroskop.

70. Welche besondere ohne starke Vergrößerung nicht erkennbare Eigenschaften der Gesteine sind dadurch erkennbar geworden?

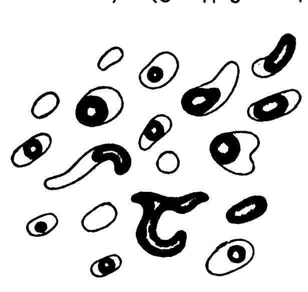
Namentlich folgende:

1. Scheinbar dichte oder glasartige Aggregate, wie Basalt, Obsidian und dergl., sind dadurch theilweise als aus sehr kleinen krystallinischen Mineraltheilen zusammengesetzt erkannt worden, die sich z. Th., besonders mit Zuhülfenahme eines Lichtpolarisationsapparates, sicher bestimmen lassen.



Die vorstehende Abbildung stellt sogenannte Krystallithen von mannigfacher Gruppirung im Pechstein der Insel Arran dar.

2. Auch in deutlich krystallinischen Aggregaten erkannte man zwischen oder selbst in den mit unbewaffnetem Auge unterscheidbaren Mineraltheilen früher nicht erkannte Beimengungen als sogenannte Mikrolithen, als glasartige Körperchen oder z. Th. mit einer Flüssigkeit (siehe Holzschnitt S. 19) — meist wohl flüssiger Kohlensäure, Wasser oder einer Salzlösung — erfüllte kleine Bläschen (Flüssigkeitsporen).



Diese Abbildung stellt Flüssigkeitsporen stark vergrößert dar.

3. Manche Gesteine zeigen in ihrem mikroskopischen Bau eine auffallende Linearstreckung der Gemengtheile oder kleinsten Bläschen, die man Fluidalstructur genannt hat.

Es wurden demnach unter dem Mikroskop dichte oder selbst glasartige Gesteine als höchst feinkörnig, porphyrartig oder blasig erkannt, und in anderen fand man eine andere als die bis dahin vermuthete mineralogische Zusammensetzung, so z. B. im Basalt, Phonolith, Aphanit u. s. w. Ueberhaupt aber wurde dadurch die richtige Erkenntniß der Gesteine in den letzten Jahrzehnten außerordentlich gefördert, was eigentlich eine ganz neue Nomenclatur und Classification derselben nöthig macht, die aber noch von Niemand durchgeführt worden ist, weshalb auch hier einstweilen noch die alte wesentlich auf makroskopischen Untersuchungen beruhende zu Grunde gelegt werden mußte.

71. Sind solche mikroskopische Untersuchungen nicht leicht ausführbar?

Nein! sie setzen nicht nur viele mineralogische und physikalische Kenntnisse, sondern auch eine große Uebung in Herstellung der Präparate (Dünnschliffe) und Handhabung des Mikroskops voraus.

Zweiter Abschnitt.

Absonderung und Schichtung der Gesteine.

72. Was versteht man unter Absonderung der Gesteine?

Ihre Zerspaltung durch Klüfte in einzelne Theile.

73. Wodurch ist diese Zerspaltung veranlaßt?

Jedenfalls durch Zusammenziehung der Masse bei ihrem Festwerden, oder kurz nach demselben.

74. Wodurch kann eine solche Zusammenziehung veranlaßt sein?

Entweder durch Austrocknung der feuchten Massen (beim Thon nennt man das Schwinden), oder durch Abkühlung (der Erstarrungsgesteine), welche bei allen Körpern mit Zusammenziehung, Volumenverminderung, verbunden ist, und bei sehr großen Massen fast stets innere Zerklüftungen bewirkt.

75. Sind alle Gesteine abgesondert oder zerklüftet?

Die, welche sehr große Volumina einnehmen, sind es stets, aber in ungleichem Grade; daher kommt es, daß es so schwierig ist, sehr lange Säulen, sehr große Platten oder dergl. (sogenannte Monolithen) aus einem Stück herzustellen.

76. Ist die Art der Absonderung bei allen Gesteinen gleich?

Nein! die meisten sind nur ganz unregelmäßig zerklüftet, so daß sie dadurch in kleine oder große, eckige, unregelmäßige Stücke zerfallen. Einige aber zeigen gewisse regelmäßige Absonderungen in Säulen, Platten, Würfel, Parallelepipede, Kugeln u. s. w.

77. Sind diese regelmäßigen Absonderungsformen der Gesteine vielleicht den Krystallen der Mineralien zu vergleichen?

Nein! sie sind davon durchaus verschieden; weder ihre Winkel, noch die Zahl der sie begrenzenden Flächen sind constant; auch stimmt ihr inneres Gefüge nicht im Geringsten mit einer Krystallisation überein. Es sind nur Folgen äußerer Einwirkung, nicht solche innerer Eigenschaften der Substanz.

78. Woher kommen denn diese, in gewissem Grade doch regelmäßigen, Formen?

Das weiß man nicht.

79. Zeigen sich solche regelmäßige Absonderungsformen bei allen Gesteinen?

Nicht bei allen, aber doch bei mehreren.

80. Bei welchen z. B.?

Am schönsten beim Basalt, oft jedoch auch bei Grünsteinen und Porphyren von verschiedenartiger Zusammensetzung; in der Regel nur bei solchen Gesteinen, von denen man vermuthet, daß sie durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande hervorgegangen seien, wie eben die oben genannten.

Die zwei Abbildungen auf Seite 23 mögen dazu dienen, die säulenförmige und die kugelige Absonderung von Gesteinen zu versinnlichen.

81. Kann plattenförmige Absonderung mit Schichtung verwechselt werden?

Der Form nach sind beide sehr ähnlich, der Entstehung nach durchaus verschieden.

82. Inwiefern ist ihre Entstehung so ganz verschieden?

A b s o n d e r u n g kann erst erfolgen, nachdem das Gestein schon vorhanden ist, frühestens während seines Festwerdens. S c h i c h t u n g kann sich dagegen nur mit dem Gestein zugleich bilden, indem sich eine Schicht des Gesteinmaterials über die andere lagert.

83. Läßt sich diese ungleiche Entstehung stets leicht erkennen?

In den meisten Fällen sehr leicht, besonders dann, wenn die einzelnen Schichten aus etwas ungleichem Material bestehen, oder durch abweichende dünne Zwischenlagen von einander getrennt sind, was bei Absonderung nie der Fall ist. Zuweilen ist es aber auch nicht ganz leicht, plattenförmige Absonderung und Schichtung von einander zu unterscheiden.

Säulen- und kugelförmige Absonderung an einem basaltischen Lavastrom, welcher bei Bertrich in der Eifel über Thonschiefer geflossen ist.



Kugelige und zugleich concentrisch schalige Absonderung am Quarzporphyr bei Teplitz in Böhmen.

84. Findet sich Schichtung bei allen Arten von Gesteinen?

In der Regel nur bei solchen, welche durch Wasser abgelagert, oder unter Vermittelung des Wassers entstanden sind; zuweilen sind aber auch Lavaergießungen wiederholt über einander geflossen, und dann ebenfalls geschichtet.

85. Kann man aus der Schichtung der Gesteine auf ihre Lagerung schließen?

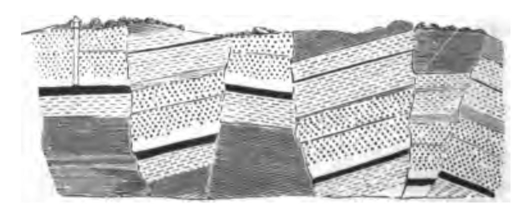
Ja wohl, die Schichtung entspricht in der Regel auch der Lagerung der Gesteine, und diese sind in der Regel in der Ebene ihrer Schichten — dem Streichen und Fallen — am weitesten verbreitet.

86. Was versteht man unter dem Streichen und Fallen der Schichten?

Das Streichen nennt man die horizontale Erstreckung einer Schicht, das Fallen dagegen ihre stärkste Neigung gegen den Horizont.

87. Wenn Gesteinsschichten durch Wasser abgelagert sind, liegen sie dann nicht stets horizontal?

Ursprünglich sind allerdings die meisten Schichten horizontal abgelagert worden. Sehr häufig aber sind sie später aus dieser ursprünglichen Lage gebracht, aufgerichtet, gebogen, zerknickt, oder verworfen.



Die verschiedenartigen Gesteinschichten, deren senkrechter Durchschnitt auf der vorstehenden Abbildung dargestellt ist, sind z. B. sehr vielfach zerspalten und ver-

88. Was versteht man unter Verwerfung der Schichten?

Ihre Verschiebung durch eine Spalte in der Weise, daß die von einer Spalte durchschnittenen Schichten auf einer Seite derselben gehoben oder gesenkt, oder auch seitlich verschoben sind, so daß nun ihre Fortsetzungen nicht mehr an einander passen.

89. Wodurch sind solche Störungen in der ursprünglichen Lage und Stellung der Schichten hervorgebracht worden?

Durch locale Hebungen oder Senkungen von Theilen der festen Erdkruste, oder auch durch die Einwirkung benachbarter Eruptivgesteine, welche mit einer gewissen Kraft aus dem Erdinnern emporDrangen.

Dritter Abschnitt.

Wichtigkeit und Verbreitung der einzelnen Gesteine.

90. Sind die verschiedenen Gesteine ungefähr gleich häufig, oder giebt es darunter sehr häufige und sehr seltene?

Es giebt sehr häufige, seltenere und sehr seltene; in großen Massen, und nur in beschränkter Ausdehnung auftretende.

91. Haben sie aber dennoch alle dieselbe Wichtigkeit für den Erdbau?

Nein! diejenigen, welche sich in den verschiedensten Erdgegenden gleich oder ähnlich wiederholen und zugleich große Räume einnehmen, ganze Berge, oder über viele Quadratmeilen ausgedehnte mächtige Schichten bilden, haben natürlich eine allgemeinere und größere geologische Bedeutung, als diejenigen, welche nur ausnahmsweise hier und da gefunden werden, und nur in sehr beschränkter Ausdehnung auftreten.

92. Lassen sich demnach die wichtigeren von den unwichtigeren Gesteinen absondern?

Wenn man auf scharfe Abgrenzung verzichtet, ist das recht wohl möglich und für die übersichtliche Darstellung derselben sogar zweckmäßig.

93. In welcher Weise könnte eine solche Trennung erfolgen?

Man kann die wichtigeren, fast in allen bekannten Erdgegenden massenhaft auftretenden, als eigentliche Gesteine oder Baumaterialien der festen Erdkruste von den selteneren Mineralverbindungen, welche nur hier und da gefunden werden und nie sehr große Volumina einnehmen, trennen, indem man diese letzteren etwa besondere Lagerstätten nennt, welche stets nur untergeordnet auftreten.

94. Zeigt sich in der Verbreitung der Gesteine oder besonderen Lagerstätten irgend eine geographische Gesetzmäßigkeit?

Nein! am Aequator, wie in der Nähe der Pole oder in mittleren Breiten, im Innern der großen Festländer wie an ihren Küsten, oder auf zerstreuten Inseln — in Europa, Asien und Amerika, überall hat man dieselben Gesteine wiedergefunden, und meist auch unter sehr analogen Lagerungsverhältnissen. Es kommen zwar nicht in jeder Gegend alle Gesteine vor, aber irgend ein geographisches Gesetz ihrer Vertheilung hat sich nicht erkennen lassen, und zwar eben so wenig für die besonderen Lagerstätten als für die Gesteine.

95. Die Gesteine scheinen also auch nicht, wie die Pflanzen und Thiere, von klimatischen Zonen abhängig zu sein?

Nein! durchaus nicht.

Vierter Abschnitt.

Systematische Anordnung und ungleiche Entstehung der Gesteine.

96. Lassen sich die Gesteine und besonderen Lagerstätten, etwa wie die Mineralien, systematisch anordnen?

Alle Bemühungen, sie in irgend ein consequentes System zu bringen, sind vergeblich gewesen. Schon der Umstand, daß sie nicht bestimmt abgegrenzte Species, sondern nur mehr oder weniger constante Anhäufungen von allerlei Mineraltheilchen, und als solche vielfache Uebergänge in einander bilden, steht dem im Wege. Dazu aber auch noch die ungleiche Art ihres Vorkommens und ihrer Entstehung.

97. In welcher Weise ist denn die Art ihres Vorkommens verschieden?

Einige liegen in parallelen Schichten über einander; andere treten mit ganz unregelmäßigen Formen zwischen und neben einander, so wie an die Erdoberfläche hervor; noch andere füllen Spalten aus — bilden sogenannte Gänge —, die sowohl die geschichteten als die unregelmäßig massigen Gesteine durchschneiden, oder wie man zu sagen pflegt durchsetzen.

98. Kann man nicht danach die Gesteine in geschichtete, massige und gangförmige eintheilen?

Dadurch würde man nur diese drei Formen des Vorkommens classificiren, nicht aber ihren Inhalt; denn in jeder dieser Formen treten sehr verschiedene Gesteine auf, die zum Theil auch in den anderen Formen gefunden werden. Die Formen des Vorkommens sind weder mit bestimmten Zusammensetzungen, noch mit bestimmten Arten der Entstehung ganz constant verbunden.

99. Welches ist dann das beste Princip für die Eintheilung der Gesteine in natürliche Gruppen?

Die Art ihrer Entstehung.

100. Wodurch läßt sich die Entstehungsart der Gesteine erkennen?

Aus ihrer mineralogischen Zusammensetzung; aus den in einigen enthaltenen organischen Resten; aus ihrer Lagerungsweise, oder der Art und Form ihres Vorkommens; aus ihren gegenseitigen Einwirkungen auf einander, und ganz besonders aus der Analogie der noch gegenwärtig beobachtbar stattfindenden Gesteinsbildungen.

101. Wie kann die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine über ihre Entstehungsweise belehren?

Dadurch, daß manche Mineralien ihrer chemischen Natur nach aus Wasser abgelagert sein können, andere nicht; dadurch, daß einige durch Erstarrung gebildet sein können, andere nicht; dadurch, daß einige aus offenbar durch Wasser abgerundeten Körnern oder Geschieben zusammengesetzt sind, und endlich dadurch, daß einige Textur- oder Absonderungsformen zeigen, wie sie in der Regel nur durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande hervorgehen.

102. Wie können die Versteinerungen von organischen Körpern über die Entstehungsart der Gesteine aufklären?

Dadurch, daß man aus ihnen auf ihre Existenzbedingungen, und aus dem Zustande ihrer Erhaltung auf den Vorgang ihrer Einschließung von Gesteinsmasse schließt.

103. Wie kann man aus den Lagerungsverhältnissen, der Art oder Form des Vorkommens, auf die Bildungsweise der Gesteine schließen?

Wenn Gesteine in regelmäßigen Schichten über einander liegen, so schließt man daraus, daß sie aus Wasser abgelagert sind. Wenn sie dagegen mit sehr unregelmäßiger Gestalt, oder gangförmig, zwischen andere Gesteine eingedrängt sind, und zugleich in die Tiefe fortsetzen, so schließt man daraus unter gewissen Umständen, daß sie im weichen Zustande aus der Tiefe empor, und zwischen die vorhandenen Gesteine eingedrängt sind.

104. Wie kann man aus den mechanischen oder chemischen Einwirkungen der Gesteine auf einander auf die Art ihrer Entstehung schließen?

Dadurch, daß man aus den Folgen die Ursache erkennt. Sieht man z. B. regelmäßige Gesteinsschichten an den Grenzen eines anderen Gesteins aus ihrer Lage gerückt, stark gebogen oder zerbrochen, so ist es wahrscheinlich, daß dieses Nachbargestein bei seiner Bildung mit einer gewissen Kraft auf sie eingewirkt hat. Sieht man dagegen, daß in der Nähe eines Gesteins dessen Nachbargesteine chemisch verändert, verglast oder verschlackt sind, so kann man aus solchen Einwirkungen auf den Bildungszustand, z. B. auf eine hohe Temperatur des Gesteins schließen, welches die Aenderungen verursacht hat.

105. Ist jeder dieser Umstände für sich allein für die Bildungsweise der Gesteine entscheidend?

Nur in extremen Fällen; in der Regel muß und kann man mehrere in ihrer Verbindung benutzen, um die Frage zu beantworten, was übrigens nicht in jedem einzelnen Falle möglich ist. Den besten Anhalt zur Beurtheilung bietet aber stets die Analogie der gegenwärtigen Gesteinsbildungen dar, wo diese nur irgend benutzt werden kann.

106. Welche verschiedenen Arten der Gesteinsbildung kann man noch jetzt beobachten?

Zwei Hauptarten und viele Modificationen derselben.

107. Welches sind die beiden Hauptarten beobachtbarer Gesteinsbildung?

Ablagerung durch Wasser, und Bildung durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande. Die auf erstere Art entstandenen Gesteine nennt man *neptunische* oder *sedimentäre*, die auf letztere Art gebildeten *vulcanische* oder *plutonische*. Gemeinsam werden aber die vulcanischen und plutonischen Gesteine auch *eruptive* genannt.

108. Wo und wie werden noch jetzt sedimentäre Gesteine gebildet?

An sehr vielen Orten der Erdoberfläche, durch Quellen, Bäche und Flüsse, Sümpfe und Landseen und im Meere, durch chemischen Niederschlag, durch mechanische Ablagerung — Zusammenschwemmung —, oft unter Vermittelung des Thier- und Pflanzenlebens.

109. Welche Gesteine werden z. B. durch Quellen gebildet?

Kalktuff, durch Ausscheidung von kohlensaurer Kalkerde, die im Quellwasser aufgelöst enthalten war. Aehnlich auch Kieseltuff und Eisenocker.

110. Welche Gesteine werden z. B. durch Bäche oder Flüsse abgelagert?

Schlamm-, Sand- und Geschiebeschichten, die später zu festen, thonigen Sandstein- oder Conglomeratschichten werden können. Das sind mechanische Ablagerungen.

111. Welche Gesteine werden z. B. in Sümpfen und Landseen abgelagert?

In Sümpfen Raseneisenstein, in Landseen thonige, schlammige, sandige und conglomeratartige, oder auch kalkige Schichten.

112. Welche Gesteine werden vom Meere abgelagert?

An seinen Küsten Schlamm- und Sandschichten, von den Küsten entfernt in der Tiefe — und nur ausnahmsweise beobachtbar — verschiedenartige Sedimente, besonders kalkige.

113. Was für Gesteine werden durch Vermittelung des Pflanzenlebens gebildet?

Z. B. Torf, aber auch andere Anhäufungen von Pflanzentheilen, aus denen durch gewisse Veränderungen Kohlenlager werden.

114. Was für Gesteine werden durch Vermittelung des Thierlebens gebildet?

Z. B. Kieselg[illegible]nd Polirschiefer, die aus kieseligen Infusorienschalen [illegible]r kreideartige Kalksteine, die aus lauter kleinen Con[illegible]mmengesetzt sind, oder Korallenriffe

115. Welches sind die allgemeinsten Charaktere dieser sedimentären Gesteine?

Die meisten derselben sind deutlich geschichtet, und enthalten Versteinerungen. Viele von ihnen sind deutlich mechanische Aggregate, oder sie wechsellagern wenigstens mit solchen; nur wenige wie z. B. Gyps bestehen aus krystallinischen Aggregaten.

116. Rechnet man zu den sedimentären Gesteinen keine anderen als solche, die durch Ablagerung aus Wasser entstanden sind?

Man rechnet dazu im weiteren Sinne auch noch diejenigen, welche durch Ablagerungen (Niederschläge) aus der Luft gebildet werden, wie z. B. Staub- und Sandaufwehungen, Schlacken- und Aschenschichten, deren Material ursprünglich von Vulcanen im lockern, z. Th. sogar staubartigen Zustande ausgeworfen wurde. Wo dergleichen vulcanische Ausschleuderungsproducte sich wieder zu einigermaßen festen Massen vereinigt haben, da nennt man sie vulcanische Tuffbildungen, die z. Th. unter Mitwirkung von Wasser abgelagert worden sind.

117. Welche Gesteine entstehen noch jetzt durch Erstarrung aus einem heißflüssigen Zustande?

Die Laven der Vulcane.

118. Sind diese einander alle gleich?

Nein! sie sind sehr verschieden unter einander, sowohl bei den einzelnen Vulcanen als bei ihren einzelnen Ausbrüchen. Man unterscheidet deßhalb z. B. basaltische, trachytische und leucitische Laven, oder Augitlaven, Feldspathlaven und Leucitlaven.

119. Kommen solche Gesteine nur an wirklichen Vulcanen vor?

Nein! sie finden sich auch in vielen Gegenden, in denen es keine thätigen Vulcane mehr giebt. Alle Basalte, Trachyte und Leucitgesteine, die oft weit von thätigen Vulcanen entfernt gefunden werden, haben nicht nur eine im Allgemeinen ganz gleiche Zusammensetzung mit Laven, sondern auch ihre Lagerur verhältnisse u. s. w. sprechen dafür, daß sie ähnlich wie die peratur entstanden sind. Lava ist überhaupt nicht die Bezeichn ter Mit- ein bestimmtes Gestein, sondern nur die allgemeine Be kommen.

für alle im heißflüssigen Zustande aus vulcanischen Oeffnungen ausgeflossenen und dann erstarrten Gesteine.

120. Welchen Unterschied macht man zwischen den Bezeichnungen vulcanisch und plutonisch?

Unter vulcanischen Gesteinen versteht man die an der Erdoberfläche, oder doch ganz in ihrer Nähe, etwa in Spalten erstarrten Laven; unter plutonischen dagegen die tief unter der Oberfläche erstarrten Gesteine. Die Unterscheidung bezieht sich demnach wesentlich nur auf das Bildungsniveau.

121. Entstehen auch plutonische Gesteine noch jetzt?

Jedenfalls! der Theil der Laven, welcher nach vulcanischen Eruptionen in der Tiefe erstarrt, ist als plutonische Bildung zu bezeichnen; diesen Theil kann man aber nicht beobachten, bevor nicht eine bedeutende Zerstörung und Abschwemmung der Oberfläche stattgefunden hat. Eine solche erforderte fast stets große Zeiträume, und so kommt es, daß man nur ältere plutonische Gesteine an der Oberfläche beobachten kann.

122. Welche Gesteine rechnet man zu den plutonischen?

Z. B. den Granit, den Syenit, die Grünsteine und die meisten Porphyre.

123. Wodurch unterscheiden sich im Allgemeinen die vulcanischen von den plutonischen Eruptivgesteinen?

Die ersteren sind selten so deutlich krystallinisch gemengt als die letzteren, öfter dicht, ja sogar glasartig, häufiger blasig, und doch seltener mandelsteinartig.

124. Wodurch unterscheiden sich die vulcanischen und plutonischen Gesteine im Allgemeinen von den sedimentären?

Dadurch, daß sie meist Feldspath, Augit oder Hornblend[illegible] z. wesentliche Gemengtheile enthalten, zuweilen blasige ode[illegible] sorienschasteinartige Textur besitzen, äußerst selten geschichtet sind kleinen [illegible] Versteinerungen enthalten.

125. Sind alle Gesteine entweder durch Ablagerung (sedimentär) oder durch Erstarrung (meist eruptiv) entstanden?

Ursprünglich sehr wahrscheinlich alle! Doch unterscheidet man noch eine dritte Classe von Gesteinen, welche man metamorphische nennt.

126. Warum unterscheidet man eine solche dritte Classe?

Es giebt gewisse Gesteine, welche in ihrem gegenwärtigen Zustande nicht füglich durch Wasser abgelagert worden sein können, von denen man aber vermuthet, daß sie durch Umwandelung — Metamorphose — aus sedimentären Gesteinen entstanden sind. Solche, der Voraussetzung nach in ihrem Zustande gänzlich veränderte Gesteine nennt man metamorphische.

127. Worin bestehen die charakteristischen Eigenschaften dieser Gesteine?

Es sind meist krystallinische und zugleich schiefrige Mineralaggregate, z. Th. von ähnlicher Zusammensetzung wie die Eruptivgesteine, aber geschichtet und gelagert wie die sedimentären. Ohne erkennbare Versteinerungen.

128. Welche Gesteine gehören in diese Abtheilung?

Z. B. Gneiß, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer und Hornblendeschiefer, aber auch vieler körnige Kalkstein, Dolomit u. s. w.

129. Aus welchen Gesteinen glaubt man, daß diese metamorphischen durch Umwandelung entstanden seien?

Die zuerst genannten aus thonigen, sandigen und mergeligen Ablagerungen, die körnigen Kalksteine und Dolomite aber aus dichten Kalksteinen und Dolomiten.

130. Durch welche Vorgänge, oder unter welchen Umständen, glaubt man, daß die Umwandelung erfolgt sei?

Durch lange dauernde Einwirkung von erhöhter Temperatur unter starkem Druck im Erdinnern, vielleicht auch unter Mitwirkung von Wasser. Wir werden darauf später zurückkommen.

131. In welche Abtheilungen lassen sich demnach alle Gesteine und besonderen Lagerstätten ihrer Entstehung nach bringen?

Zunächst in sedimentäre und Erstarrungsgesteine, letztere meist eruptive, dann aber die sedimentären in noch deutlich als solche erkennbare und in ganz veränderte (metamorphische); die eruptiven: in vulcanische und plutonische. Sowohl die vulcanischen als die plutonischen werden aber auch noch in kieselsäurearme nie Quarz enthaltende und kieselsäurereiche, zuweilen Quarz führende eingetheilt; die ersteren nennt man auch wohl Basite, die letzteren dagegen Acidite. Alle Eruptivgesteine lassen sich demnach schematisch, wie folgt, eintheilen:

1) Vulcanische Basite z. B. Basalt,
2) Vulcanische Acidite z. B. Trachyt,
3) Plutonische Basite z. B. Grünstein,
4) Plutonische Acidite z. B. Granit.

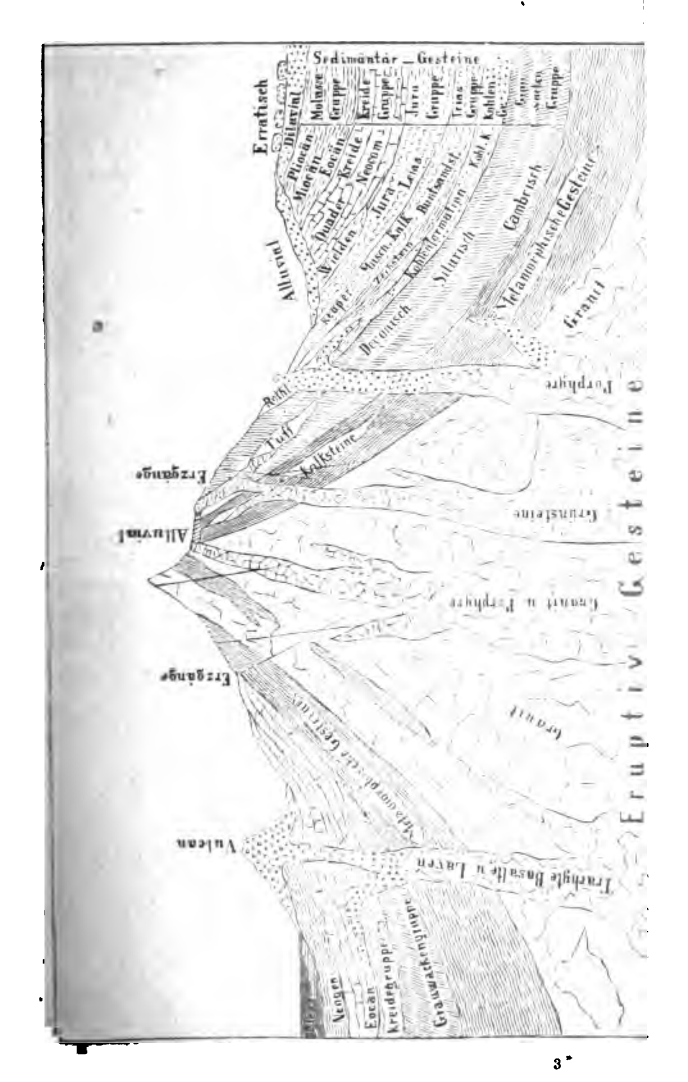
132. Sind die Unterschiede und Abgrenzungen zwischen diesen Gruppen scharf und leicht erkennbar?

Nein! sie gehen theilweise in einander über, und es ist manchmal ziemlich schwer, zu entscheiden, welcher Gruppe man ein Gestein zuzurechnen habe. Wo aber Gesteine charakteristisch auftreten und ihre Lagerungsverhältnisse deutlich erkennbar sind, da ist es allemal leicht, sie einer bestimmten Gruppe zuzurechnen.

133. Auf welche Weise sind die Gesteine dieser verschiedenen Gruppen in der festen Erdkruste mit einander verbunden, oder wie setzen sie dieselbe zusammen?

Die sedimentären und metamorphischen Gesteine liegen in der Hauptsache nach ihrem Alter geordnet parallel über einander, vielfach mit einander wechsellagernd. Die eruptiven haben häufig diese Wechsellagerung als große Massen, oder gangförmig, durchbrochen, gestört. Die besonderen Lagerstätten füllen Spalten in den anderen aus — bilden sogenannte Gänge — oder sind ihnen untergeordnet eingelagert.

Es läßt sich dieses gegenseitige Verhalten am besten durch nebenstehende, durch=
..s ideale oder schematische Skizze des Verticalschnittes eines Theiles der festen
..uste versinnlichen, in welcher zugleich die übliche Eintheilung der sedimentären
..ne in Formationen und Formationsgruppen angedeutet ist.


Sedimentär – Gesteine
Erratisch
Diluvial
Alluvial
Molasse Gruppe
Kreide Gruppe
Jura Gruppe
Trias Gruppe
Pliocän
Miocän
Eocän
Kreide
Neocom
Quader
Wealden
Jura
Lias
Keuper
Muschel Kalk
Buntsandst.
Zechstein
Kohlenformation
Silurisch
Devonisch
Cambrisch
Metamorphische Gesteine
Granit
Porphyre
Tuff
Kalksteine
Erzgänge
Alluvial
Grünsteine
Granit u. Porphyre
Vulcan
Trachyte Basalte u. Laven
Eruptiv Gesteine
Neogen
Eocän
Kreidegruppe
Grauwackengruppe

134. Stellt diese Abbildung einen wirklichen Durchschnitt der festen Erdkruste dar?

Nein! wie schon bemerkt nur einen ganz idealen, oder vielmehr einen aus vielen zerstreuten Beobachtungen, und darauf begründeten Vermuthungen construirten, welcher übrigens nicht bis zu dem wahrscheinlich heißflüssigen Zustande des Erdinnern hinabreicht.

Fünfter Abschnitt.

Uebersicht der wichtigsten Gesteine.

135. Welches sind die wichtigsten Gesteine der festen Erdkruste?

Nachstehendes ist ein übersichtliches Verzeichniß der häufigsten Gesteine, geordnet nach der Entstehungsart derselben, und zum Theil auch nach ihrem größeren oder geringeren Kieselerdegehalt. Das Verzeichniß beginnt mit den Eruptivgesteinen, und geht durch die metamorphischen zu den sedimentären über.

I. Eruptivgesteine.

A. **Kieselarme** (Basite).

a. vulcanische,

welche zuweilen als Laven an Vulcanen auftreten oder als isolirte Bergkuppen, als Vulcankerne in früher vulcanischen Gegenden.

1. **Dolerit,** krystallinisch-körniges Gemenge von Labrador, Augit und Magneteisenerz. Im feinkörnigen Zustande auch wohl Anamesit genannt. Auch porphyrartig, blasig, oder mandelsteinartig.

2. **Nephelindolerit,** krystall.-körniges Gemenge von Nephelin, Augit und Magneteisenerz.

3. **Basalt,** dichtes, schwarzes Gestein. Besteht aus Labrador, Augit und Magneteisenerz, oft mit etwas Olivin. Einiger Basalt

enthält statt Labrador Nephelin oder Leucit. Zuweilen porphyrartig, blasig, oder mandelsteinartig.

4. **Leucitfels,** körnig oder dicht, aus Leucit, Augit und etwas Magneteisenerz gemengt. Wenn ganz dicht auch wohl Leucitbasalt genannt.

b. plutonische,

welche nicht als eigentliche Laven auftreten, da sie Producte unterirdischer Erstarrung sind.

5. **Diabas** (Grünstein), krystall.-körniges Gemenge aus Labrador oder Oligoklas, Augit und meist etwas Chlorit. Auch porphyrartig oder schiefrig. Mit Kalkspathbeimengung Kalkdiabas genannt.

6. **Gabbro,** krystall.-körniges Gemenge aus Labrador oder Saussürit und Diallag oder Smaragdit. Sehr grobkörnig, feinkörnig bis dicht, und auch schiefrig (Gabbroschiefer). Aus Labrador und Hypersthen gemengt, nennt man dergleichen Gesteine auch wohl Hypersthenite, so wie gewisse ähnliche Gemenge aus Feldspath und Diallag mit chromhaltigem Magneteisenerz, Euphotide oder Euphodit; wenn der Diallag durch Hypersthen vertreten, ists Hypersthenfels.

7. **Diorit** (Grünstein), krystall.-körniges Gemenge aus Feldspath, Oligoklas, Anorthit, Labrador und Hornblende. Auch porphyrartig, blasig, mandelsteinartig oder schiefrig; mit Glimmer Glimmerdiorit genannt; wenn mit kugeligen Ausscheidungen, Kugeldiorit. Zum Diorit gehört ferner der Trachytgrünstein oder Timazit, welcher aus Oligoklas, Mikroklin, dichtem Labrador und einer besonderen Hornblendespecies gemengt ist.

8. **Aphanit** (oder dichter Grünstein), dichtes, dunkelgrünes Gestein. Es ist Diabas, Diorit oder Gabbro im dichten Zustande. Zuweilen porphyrartig, schiefrig, blasig oder mandelsteinartig.

9. **Melaphyr** hat man ohne scharfe Bestimmung verschiedene dichte, porphyrartige, blasige oder mandelsteinartige, dunkle Gesteine genannt, welche meist undeutlich aus Labrador, Pyroxen oder Amphibol und Magneteisenerz gemengt sein dürften, und nie Quarz enthalten, oft blasig, mandelsteinartig, auch porphyrartig.

10. **Glimmerporphyrit,** dichte, meist dunkle, felsitische Grundmasse mit Krystallen von Feldspath und Glimmer. Zuweilen blasig oder mandelsteinartig. Ein glimmerreicheres und nicht porphyrartiges Gemenge dieser Art hat man Glimmertrapp genannt. Hierher gehören auch die von französischen Geologen Minette, Kersantit und Kersanton genannten Gesteine.

11. **Hornblendeporphyrit,** dichte, meist dunkle, felsitische Grundmasse mit Krystallen von Feldspath und Hornblende. Zuweilen blasig oder mandelsteinartig.

12. **Syenit,** krystall.-körniges Gemenge aus Feldspath (meist Orthoklas) und Hornblende, gewöhnlich mit etwas Titanit, auch mit Glimmer und Quarz; in diesem Falle Syenitgranit genannt.

Als einigermaßen verwandte aber weit seltenere Gesteine lassen sich an den Syenit anreihen: Miascit, aus Orthoklas, Sodalit, Nephelin und schwarzem Glimmer gemengt, Zirkonsyenit, aus Orthoklas, Nephelin, Zirkon und etwas Hornblende, so wie letzterem ähnlich ein Foyait genanntes Gestein.

B. **Kieselreiche** (Acidite).

a. vulcanische,

welche zum Theil als Laven auftreten.

13. **Trachyt,** vorherrschend aus Sanidin oder Oligoklas bestehend, doch auch mit etwas Glimmer, Hornblende, oder sogar Quarz. Meist krystallinisch-körnig. Zuweilen porphyrartig. Den hornblendereichen hat man Trachytgrünstein oder auch Timazit (S. 37), den quarzhaltigen Dacit genannt.

14. **Trachytporphyr,** dichte trachytische oder felsitische Grundmasse mit Krystallen von Sanidin, Glimmer, Hornblende, oder auch Quarz.

15. **Perlstein, Obsidian** und **Bimsstein** sind mehr oder weniger glasige, und zum Theil blasige oder porphyrartige Trachytvarietäten.

16. **Phonolith** (Klingstein), ein dichtes, meist schiefriges Gestein, aus einem innigen Gemenge von Feldspath (Sanidin oder Oligoklas), Nephelin, Amphibol, auch wohl Natrolith bestehend. Zuweilen porphyrartig durch Sanidin, Amphibol oder Pyroxen, selten blasig, oder mandelsteinartig. Meist auch Magneteisenerz enthaltend.

b. plutonische.

17. **Quarzporphyr,** dichte Felsitgrundmasse mit Krystallen von Feldspath und Quarz.

18. **Felsitfels** (Petrosilex), dichte Felsitgrundmasse ohne Krystalle darin. Zuweilen schiefrig als Felsitschiefer.

19. **Pechstein,** glasartige Felsitmasse, oft mit Felsitkugeln, zuweilen auch mit Sanidinkrystallen; dann Pechsteinporphyr ...nnt.

20. **Granitporphyr,** dichte Felsitgrundmasse mit Krystallen von Feldspath, Quarz und Glimmer. Wenn statt des Glimmers Chlorit eingemengt, früher z. Th. Syenitporphyr genannt.

21. **Granit,** krystall.-körniges Gemenge aus Orthoklas oder Oligoklas, Quarz und Glimmer. Zuweilen zugleich porphyrartig. Wenn statt des Glimmers Chlorit oder Talk eingemengt ist: Protogin genannt. Man unterscheidet sehr vielerlei besondere Varietäten des Granites, z. B. Riesengranit, Schriftgranit, Gneißgranit (etwas schiefrig), porphyrartigen Granit (durch große Feldspathkrystalle ausgezeichnet), Schörlgranit u. s. w.

II. Metamorphische Gesteine.

22. **Gneiß,** krystallinisch-körnigschiefriges Gemenge aus Orthoklas oder Oligoklas, Quarz und Glimmer (also ganz wie Granit zusammengesetzt, nur durch schiefrige Textur davon unterschieden). Wenn statt des Glimmers Chlorit oder Talk eingemengt ist: Protogingneiß. Man unterscheidet besonders rothen Gneiß (Gneißit) und grauen Gneiß; der erstere enthält durchschnittlich 10 Procent mehr Kieselsäure als der graue und nur wenig hellen Glimmer, der letztere oft viel dunklen Glimmer und mehr Oligoklas als Orthoklas.

23. **Granulit,** krystall.-feinkörniges Gemenge von viel Feldspath mit Quarz, und zuweilen auch etwas Glimmer oder Granat und Kyanit. Meist schiefrig.

24. **Glimmerschiefer,** krystall.-schiefriges Gemenge von Glimmer und Quarz. Oft mit etwas Granat. Sehr quarzreicher Glimmerschiefer geht in schiefrigen Quarzit über.

25. **Phyllit** (halbkrystallinischer Thonschiefer oder Thonglimmerschiefer), dichte, schiefrige Masse; wahrscheinlich oft ein inniges Gemenge von Glimmer und Chlorit mit Quarz, Feldspath, und dergleichen.

26. **Chloritschiefer,** schiefrig, vorherrschend aus Chlorit bestehend, meist mit etwas Quarz und einigen anderen Mineralbeimengungen.

27. **Talkschiefer,** schiefrig, vorherrschend aus Talk bestehend, meist mit etwas Quarz und anderen Mineraleinschlüssen.

28. **Itakolumit,** Quarzkörner, durch ein schiefriges Aggregat von Chlorit oder Talk verbunden. Wenn biegsam, Gelenkquarz genannt.

29. **Hornblendeschiefer,** schiefrig, vorherrschend aus Hornblende bestehend, oft mit etwas Feldspath, Glimmer oder Quarz.

III. Sedimentärgesteine.

30. **Kalkstein,** wesentlich nur aus kohlensaurem Kalk (Kalkspath) bestehend, im krystallinisch-körnigen, dichten, erdigen, oder rundkörnigen Zustande. Dadurch sind viele Varietäten bedingt, z. B. Körniger Kalkstein (Marmor), dichter Kalkstein, Kreide, Rogenstein; oder durch Beimengungen: dolomitischer Kalkstein, Mergelkalkstein, bituminöser Kalkstein (Stinkstein) u. s. w. Außer nach ihrer besonderen Beschaffenheit pflegt man die Kalksteine aber auch noch nach ihrem geologischen Alter oder ihrer Lagerung zu unterscheiden, z B. in Tertiärkalk, Jurakalk, Muschelkalk, Kohlenkalk, Devonkalk u. s. w. Diese Altersunterscheidungen bilden aber keine constanten Varietäten.

31. **Dolomit,** wesentlich nur aus Rautenspath bestehend. Krystallinisch-körnig, dicht, oder erdig. Oft drusig. Durch Beimengungen übergehend in dolomitischen Kalkstein, mergeligen Dolomit, bituminösen Dolomit u. s. w.

32. **Mergel,** ein dichtes oder erdiges Gemenge von Kalkstein oder Dolomit mit Thon; daher Kalkmergel und Dolomitmergel. Oft schiefrig als Mergelschiefer. Auch bituminös: bituminöser Mergelschiefer.

33. **Thonschiefer** und **Schieferthon** sind schiefrige, wesentlich aus Thon bestehende Gesteine. Ersterer fester und deutlicher schiefrig als letzterer.

34. **Thon** und **Lehm,** wesentlich aus Thon bestehende erdige, mit Wasser knetbare Masse. Letzterer durch Beimengungen und gelbliche Färbung von ersterem verschieden.

35. **Thonstein,** dieselbe Masse im festen, dichten Zustande.

36. **Gyps,** wesentlich nur aus dem Mineral Gyps (schwefelsaurem Kalk) bestehend, körnig, porphyrartig, dicht, faserig.

37. **Sandstein;** kleine Quarzkörner (oder auch andere Mineralkörner) sind durch irgend ein Cäment verbunden, z. B. durch Thon: thoniger Sandstein, durch Mergel: mergeliger Sandstein, durch Kiesel: Kieselsandstein, durch Eisenoxyd: eisenschüssiger Sandstein u. s. w.; sehr innig gemengter Kieselsandstein wird auch wohl Quarzit genannt. Gewisse Sandsteine, welche Feldspathkörner enthalten, hat man Arkose genannt. Auch bei den Sandsteinen unterscheidet man nach ihrer Lagerung viele Altersvarietäten wie z. B. Tertiärsandstein, Kreide- oder Quadersandstein, Jurasandstein, Keupersandstein, Buntsandstein, Kohlensandstein, Grauwackensandstein u. s. w.

38. **Conglomerat;** abgerundete Theile, „Geschiebe", eines Minerals oder Gesteins sind durch irgend ein Cäment verbunden. Nach der Natur der vorherrschenden Geschiebe, des Bindemittels

oder des geologischen Alters pflegt man auch hier Varietäten zu unterscheiden.

39. **Breccie**; eckige Stücke eines Minerals oder Gesteins sind durch irgend ein Cäment verbunden. Gewisse Breccien an den Grenzen von Eruptivgesteinen pflegt man Reibungsbreccien zu nennen.

40. **Tuff** (vulcanischer Tuff, Palagonittuff, Basalttuff, Trachyttuff, Porphyrtuff, Grünsteintuff u. s. w.) nennt man verschiedenartige Anhäufungen von vulcanischen Auswurfs- und Zersetzungsproducten, welche mehr oder weniger fest sandsteinartig, conglomeratartig oder breccienartig mit einander verbunden sind.

136. Welches sind die häufigsten oder wichtigsten Arten besonderer Gesteine und Lagerstätten?

In dem folgenden Verzeichniß sind dieselben aufgezählt und kurz geschildert.

Besondere Gesteine und Lagerstätten.

1. **Hornblendefels** (Amphibolith), wesentlich nur aus Hornblende bestehend, jedoch oft mit etwas Granat und Feldspath; wenn schiefrig, zum Hornblendeschiefer gehörig.

2. **Greisen**, krystall.-körniges Gemenge von Quarz und Glimmer, also ein Granit ohne Feldspath, zuweilen mit Zinnerz.

3. **Dichroitfels**, krystall. Gemenge aus Dichroit, Feldspath, etwas Granat und Glimmer.

4. **Strahlsteinschiefer** (Actinolithschiefer), krystall. Gemenge von Hornblende und Actinolith. Schiefrig, übergehend in Hornblendeschiefer.

5. **Eklogit**, krystall. Gemenge aus Smaragdit und rothem Granat, meist etwas schiefrig.

6. **Disthenfels**, krystall. Gemenge aus Disthen mit etwas Granat, Glimmer oder Smaragdit.

7. **Serpentin**, ein dichtes, dunkelfarbiges Gestein, sehr talkerdehaltig, darum fettig anzufühlen und schneidbar. Scheint stets ein Umwandlungsproduct aus anderen Gesteinen zu sein.

8. **Schillerfels**, ein Gemenge von Serpentin und Schillerspath.

9. **Ophit**, ein Gemenge von Serpentin und körnigem Kalkstein.

10. **Dichroitgneiß**, krystall.-körnig-schiefriges Gemenge aus Feldspath, Dichroit und Glimmer.

11. **Schörlschiefer**, krystallinisch-schiefriges Gemenge aus Quarz und Schörl.

12. **Dolerine**, krystall.-schiefriges Gemenge aus Talk, Feldspath und Chlorit.

13. **Eisenglimmerschiefer**, krystall.-schiefriges Gemenge aus Eisenglimmer und Quarz.

14. **Cipollin**, mit Glimmer gemengter, körniger Kalkstein, meist etwas schiefrig.

15. **Hemitren**, mit Hornblende oder Grammatit gemengter, körniger Kalkstein.

16. **Calciphyr**, mit Granat, Pyroxen und Feldspath gemengter, körniger Kalkstein.

17. **Alaunschiefer**, ein kohlenreicher, dadurch schwarzer Thonschiefer, kalihaltig und mit etwas Schwefelkies fein gemengt. Durch Verwitterung oder Rösten bildet sich aus demselben Alaun.

18. **Chiastolithschiefer**, ein Thonschiefer mit viel Chiastolithkrystallen.

19. **Knotenschiefer** und **Fleckschiefer**, ein Thonschiefer mit rundlichen Mineralconcretionen.

20. **Ottrelitschiefer**, ein Thonschiefer mit viel Ottrelitblättchen.

21. **Sericitschiefer**, ein seidenglänzender Thonschiefer mit viel Sericit als Gemengtheil.

22. **Schalsteinschiefer** oder **Schalstein**, ein oft chloritischer Thonschiefer mit Kalkspathkörnern oder Mandeln. Man hat ziemlich verschiedene Gesteine so genannt, die nassauischen Schalsteine scheinen als Tuffbildungen zu Grünsteinen zu gehören.

23. **Brandschiefer**, ein sehr bituminöser, deshalb im Feuer, aber nicht für sich allein brennender Schieferthon.

24. **Salzthon**, ein salzhaltiger Thon.

25. **Kaolin** (Porzellanerde) ist zersetzter Feldspath.

26. **Walkerde**, ein in Wasser unter Gasentwickelung zerbröckelndes, thoniges Gestein.

27. **Kieselschiefer**, ein durch kohlige Beimengungen schwarz gefärbter, dichter Quarzschiefer, oft von weißen Quarzadern durchzogen.

28. **Hornstein** und **Feuerstein**, dichte Quarzvarietäten, die oft Knollen oder Schichten in Kalkstein, besonders in der weißen Kreide bilden.

29. **Eisenkiesel**, sehr eisenreiche Quarzvarietäten.

30. **Opal** und **Menilith**, amorphe Quarzvarietäten, welche zuweilen Knollen oder untergeordnete Schichten zwischen Mergelschichten bilden.

31. **Achat**, eine Verbindung von Chalcedon, Carneol und Amethyst in verschiedenen Formen und Farben, findet sich vorzugsweise als Ausfüllung von Spalten oder Blasenräumen in anderen Gesteinen.

32. **Kieseltuff** und **Kieselsinter**, aus Kieselerde bestehende Quellenablagerungen, welche sich an vielen heißen Quellen finden, wie z. B. an den Geisiren Islands.

33. **Kieselguhr, Polirschiefer** und **Trippel**, aus kieseligen Infusorienpanzern bestehende, wenig feste Gesteine.

34. **Kupferschiefer**, mit Kupfererzen gemengter bituminöser Mergelschiefer in der Zechsteinformation.

35. **Anhydrit**, wasserfreier Gyps als Gestein.

36. **Steinsalz**, Chlornatrium als Gestein.

37. **Kalisalze** (Carnallit, Sylvanit u. s. w.), zuweilen mit dem Steinsalz verbunden.

38. **Eis**, tritt als Gestein auf z. B. in Gletschern.

39. **Graphit** bildet zuweilen Lager zwischen krystallinischen Schiefern, auch wohl selbst schiefrig als Graphitschiefer.

40. **Anthracit** (Glanzkohle), bitumenfreie Steinkohle. ohne Rauch und Geruch verbrennend.

41. **Schwarzkohle** (Steinkohle), wenig Bitumen enthaltend.

42. **Braunkohle**, bitumenreiche Kohle, Pulver braun. Man unterscheidet als Varietäten z. B. dichte, erdige, bituminöses Holz oder Lignit, Blätterkohle, Papierkohle oder Dysodil, Moorkohle, Lettenkohle.

43. **Torf**, ein filziges, erdiges oder dichtes Aggregat halb zersetzter Pflanzentheile.

44. **Asphalt** (Erdpech), reines Bitumen.

45. **Erdöl** (Petroleum, Naphta) findet sich zuweilen flüssig zwischen Gesteinen, oder durchdringt dieselben als bituminöse Substanz.

46. **Guano**, Anhäufungen von Vogelexcrementen.

47. **Quarzschiefer** oder **Quarzit**, kommt als sehr quarzreiche Varietät zwischen anderen krystallinischen Schiefern, z. B. Glimmerschiefer oder Thonglimmerschiefer vor.

48. **Quarzfels**, wesentlich nur aus Quarz bestehend.

49. **Schörlfels**, kryst.-körniges Gemenge von Quarz und Schörl.

50. **Topasfels**, krystall. Gemenge von Quarz, Schörl und Topas; oft zugleich breccienartig und drusig. Nur am Schneckenstein im Voigtland bekannt.

51. **Zinnerzlagerstätten**, meist aus Quarz mit Glimmer, Chlorit oder Schörl, Zinnerz und Wolfram bestehend, aber noch mit mancherlei anderen Mineralien und Erzen. Gewöhnlich Gänge oder Imprägnationen bildend.

52. **Gold-, Silber-, Blei-, Kupfer-, Zink-, Kobalt-, Nickel-, Wismuth-, Antimon-** und **Quecksilbererzlagerstätten**, sehr verschieden zusammengesetzt aus den Erzen dieser Metalle mit Quarz, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Schwerspath, Flußspath u. s. w.,

welche letzteren Mineralien oft ganz vorherrschen. Meist Gänge bildend.

53. **Kieslagerstätten,** meist aus Schwefelkies bestehend, der aber oft mit Kupferkies, Arsenkies u. s. w. gemengt ist.

Eisenerzlagerstätten, und zwar:

54. **Spatheisenstein,** Eisenspath als Gestein, bildet selbständige Lager, Stöcke oder Gänge, z. B. im Grauwackenschiefer der Ostalpen.

55. **Sphärosiderit,** dichter Eisenspath, wenn mit Thon gemengt Thoneisenstein, oder durch Kohle gefärbt Kohleneisenstein (blackband), bildet Lager oder Knollen in vielen Kohlenformationen.

56. **Brauneisenstein,** Eisenoxydhydrat, bildet Lager, Stöcke oder Gänge in vielen Formationen.

57. **Rotheisenstein,** Eisenoxyd als Gestein, bildet Lager, Stöcke oder Gänge besonders zwischen älteren Gesteinen. Eine krystallinisch-schiefrige Varietät nennt man Eisenglimmerschiefer.

58. **Magneteisenstein,** Eisenoxydoxydul als Gestein, accessorisch noch einige andere Mineralien enthaltend, bildet Lager, Stöcke und Gänge besonders zwischen krystallinischen Schiefern.

59. **Chromeisenstein,** Chromeisenerz als Gestein, kommt am häufigsten mit Serpentin zusammen vor.

60. **Itabirit,** Eisenoxyd gemengt mit Eisenoxydul, bildet Lager zwischen krystallinischen Schiefern.

61. **Schwarzeisenstein** ist ein durch Manganbeimengungen schwarz gefärbter Braun- oder Rotheisenstein.

62. **Bohnerz** und **Nierenerz** nennt man locale Anhäufungen von kleinen bohnenförmigen oder größeren nierenförmigen Eisenerzconcretionen.

63. **Eisenoolith** oder **Eisenrogenstein,** wenn solche Concretionen kleine Kugeln bilden und fest verbunden sind.

64. **Raseneisenstein** nennt man durch Quellen und Sümpfe gebildete Brauneisenerzablagerungen.

65. **Seifenlager** pflegt man allerlei lockere Anschwemmungen zu nennen, welche sich durch ihren Gehalt an Gold-, Platin-, Zinnerz oder Edelsteinkörnern auszeichnen, die man daraus gewinnen kann.

137. Kann man alle diese Gesteine und besonderen Lagerstätten nach der bloßen Beschreibung erkennen lernen?

Nein! das ist unmöglich; es gehört dazu, daß man sie in Sammlungen, oder in der Natur, oft sieht und vergleicht.

138. Reichen aber bei einiger Uebung die oben gegebenen Unterscheidungsmerkmale aus?

Auch das kaum! Hier kam es nur auf eine allgemeine Uebersicht der Gesteinsmannigfaltigkeit an; dabei sind eine Menge Hülfskennzeichen, so wie die vielerlei Modificationen oder Varietäten übergangen worden. Wer Gesteine bestimmen lernen will, bedarf dazu einer speciellen Anweisung oder eines guten Handbuches.

Sechster Abschnitt.

Ueber die Sedimentärformationen.

139. Was versteht man unter Sedimentärformationen?

Das Wesen der Sedimentärgesteine wurde schon S. 29 erläutert, unter Sedimentärformationen aber versteht man dergleichen Gesteinsschichten, welche unter ganz oder ziemlich gleich bleibenden Umständen in ein- und derselben geologischen Periode über einander abgelagert wurden.

140. Welche Stellung nehmen die Sedimentärformationen in der festen Erdkruste ein?

Sie liegen in der Hauptsache nach ihrem Alter geordnet, schichtweise übereinander.

141. Läßt sich das Alter der Sedimentärformationen bestimmen?

Ihr absolutes Alter kann man nicht bestimmen, wohl aber ihr relatives.

142. Was versteht man unter absolutem und relativem Alter?

Unter absolutem wird das Alter nach einem bestimmten Zeitmaß, z. B. in Jahren ausgedrückt, verstanden, unter relativem dagegen nur das gegenseitige Altersverhältniß zweier Gesteine oder Formationen, das gegenseitige Aelter- oder Jüngersein derselben.

143. Wodurch also läßt sich das relative Alter der Sedimentärformationen bestimmen?

Zunächst durch ihre Uebereinanderlagerung, dann aber auch durch die darin enthaltenen Versteinerungen, d. h. Ueberreste von organischen Körpern.

144. In welcher Art entscheidet die Uebereinanderlagerung das relative Alter?

Wo aus Wasser abgelagerte, geschichtete Gesteine sich noch in ihrer ursprünglichen gegenseitigen Lage, „Lagerung“, befinden, da müssen nothwendig allemal die unteren Gesteine oder Schichten älter sein als alle darüber liegenden. Durch ihre Lagerungsreihe kann man deshalb ihre Altersreihe bestimmen.

145. Wodurch erkennt man bei sedimentären Formationen die Ursprünglichkeit der Lagerungsverhältnisse?

Durch ihre Regelmäßigkeit und meist auch annähernde Horizontalität der Schichten aus denen sie bestehen.

146. Wodurch erkennt man dagegen, daß die ursprüngliche Lagerung stark verändert ist?

Durch steile Aufrichtungen, Biegungen, Zersprengungen und Verwerfungen der Schichten, wie z. B. in der Abbildung S. 24.

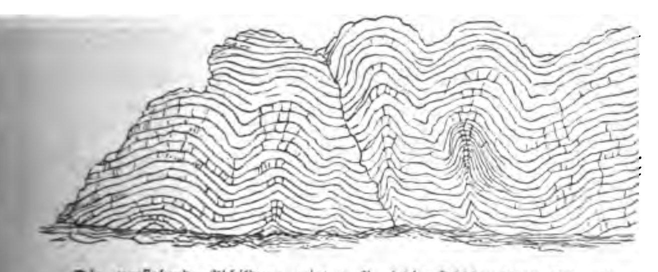
147. Inwiefern können dadurch Täuschungen über das relative Alter veranlaßt werden?

Insofern, als zuweilen durch starke Biegungen oder Ueberstürzungen die ursprünglich oberen Schichten local zu unteren geworden sind.

148. Wie können die Versteinerungen als Hülfsmittel zur Bestimmung des Alters der Ablagerungen benutzt werden?

Man hat gefunden, daß die ungleich alten Gesteinsablagerungen stets ungleiche, die gleich alten dagegen ziemlich gleiche Arten von Versteinerungen enthalten. Nachdem man nun durch Erfahrung die Versteinerungen der verschiedenen, über einander liegenden Gesteinsbildungen oder Formationen kennen gelernt hat, läßt sich aus ihnen auch umgekehrt das

relative Alter der Sedimentärformation bestimmen, selbst dann, wenn ihre Lagerung undeutlich, oder sehr gestört ist.



Die vorstehende Abbildung zeigt z. B. solche Schichtenbiegungen, wie man sie am Kieselschiefer unweit Lauterthal am Harz beobachtet. Bei noch stärkeren Biegungen der Art werden dann zuweilen obere Schichten local zu unteren, und das kann, wenn man blos eine solche Stelle sieht, zu Täuschungen über das relative Alter veranlassen. Noch entschiedenere Ueberstürzungen der ursprünglichen Lagerung zeigt der nachstehende Querschnitt der Alleghanikette (S. 48).

149. Wie kommt es, daß die Versteinerungen der ungleich alten Ablagerungen stets von einander verschieden sind?

Wahrscheinlich, weil das organische Leben auf der Erdoberfläche sich von Anfang an stets fortschreitend verändert, und immer höher entwickelt hat.

150. Wie kommt es dann, daß die Versteinerungen der gleich alten Ablagerungen nicht stets ganz gleich sind?

Wahrscheinlich, weil es von Anfang an Wasser und Land, Süßwasser und Meerwasser, seichte und tiefe Meeresstrecken auf der Erde gab, und weil von Anfang an die einzelnen Thier- und Pflanzenspecies zum Theil danach auf bestimmte Verbreitungsgebiete beschränkt waren.

151. Läßt sich aus den Versteinerungen auch noch erkennen, ob die Thiere oder Pflanzen von denen sie herrühren, auf dem Lande, im Süß- oder Salzwasser lebten?

In den meisten Fällen kann man das sehr deutlich erkennen, und daraus auch schließen, unter welchen Umständen eine Gesteinsablagerung erfolgte, in der sich Versteinerungen finden. Ja,

sogar die Bewohner der Flußmündungen, der schlammigen, sandigen oder felsigen Küsten des Meeres lassen sich von denen des vom Lande weit entfernten Oceans unterscheiden. Hiernach hat man sogenannte Facies als locale Unterschiede der Formationen bestimmt.

152. Kann man aus den Versteinerungen auch auf die klimatischen Verhältnisse der Erdoberfläche in den verschiedenen geologischen Zeiträumen schließen?



Idealer Querschnitt des Alleghanigebirges.

Allerdings!

153. Waren diese Zustände hiernach stets dieselben wie jetzt?

Nein, es ergiebt sich vielmehr aus den Versteinerungen, daß die Mitteltemperatur in den älteren geologischen Perioden eine höhere und überall gleichmäßigere gewesen sein muß, als jetzt.

154. Woraus schließt man das speciell?

Daraus, daß sich in der Vertheilung der Thier- und Pflanzenspecies in diesen Perioden keine so deutlichen klimatischen Zonenunterschiede erkennen lassen, wie sie jetzt bestehen. Man bemerkt z. B. keinen constanten Unterschied, wie jetzt, zwischen den nahe am Aequator, oder gegen die Pole hin versteinert gefundenen Arten, und in den nördlichsten Breiten findet man Formen, wie sie jetzt für die Tropenländer charakteristisch sind.

155. Wann hat diese höhere Temperatur aufgehört?

Wie es scheint ganz allmählich, denn in den neuesten Ablagerungen zeigen sich schon Zonenunterschiede durch die Vertheilung der Thier- und Pflanzenreste; nur in den älteren verschwinden diese mit dem höheren Alter mehr und mehr.

156. Wie erklärt man sich die allmähliche Temperaturabnahme der Erde?

Durch sehr langsame Abkühlung aus einem zuerst heißflüssigen Zustande der ganzen Erde.

157. Welches könnte wohl aber der Grund davon sein, daß die Thier- und Pflanzenspecies in den ungleich alten Ablagerungen stets andere sind?

Theils die allmähliche Aenderung der äußeren Lebensbedingungen, theils eine allmählich immer höhere Entwickelung des Thier- und Pflanzenreiches. Das Alles in Uebereinstimmung mit Darwin's Theorie.

158. Inwiefern giebt sich eine solche höhere Entwickelung zu erkennen?

In den ältesten Ablagerungen hat man noch gar keine Reste von Säugethieren, Vögeln und dikotyledonen Pflanzen aufgefunden, deren Menge und Mannigfaltigkeit in den neueren Schichten immer mehr zunimmt, bis endlich erst ganz zuletzt der Mensch aufgetreten zu sein scheint.

159. Ist eine solche Entwickelungsreihe auch mehr im Einzelnen zu erkennen?

Beinahe in allen einzelnen Abtheilungen des Thier- und Pflanzenreiches zeigt sich ein solcher allmählicher Fortschritt vom Niederen zum Höheren, und zugleich eine Zunahme der Artenmannigfaltigkeit, so daß man schon daraus ganz ungefähr das relative Alter jener Ablagerungen erkennen kann, in denen sich viele Versteinerungen finden.

160. Sind unter den Versteinerungen auch solche Species, wie sie noch jetzt auf der Erde leben?

In den allerneuesten Ablagerungen sehr viele; in den etwas älteren nehmen sie mehr und mehr ab, und unter den sogenannten Tertiärbildungen — d. h. in Formationen, die älter sind als diese — findet man keine einzige lebende Art mehr, sondern nur ausgestorbene, von den jetzigen specifisch abweichende. Diese Abweichung wird immer größer, je tiefer man in der Schichtenreihe hinab kommt.

161. Sind die Thier- oder Pflanzenspecies, von denen die Versteinerungen herrühren, leicht zu erkennen und zu bestimmen?

Das ist nur ausnahmsweise der Fall. Für gewöhnlich findet man vielmehr nur einzelne festere Theile derselben wohlerhalten, oder auch nur Abdrücke davon. Zuweilen findet man sogar nur die Fußspuren, „Fährten", von Thieren versteinert. Diese häufig auch noch dazu beschädigten Theile sicher zu erkennen und zu bestimmen, ist oft sehr schwer, manchmal unmöglich.

162. Dann ist es wohl auch schwer, das relative Alter der Ablagerungen durch sie zu ermitteln?

Die große Zahl der in manchen Gesteinsbildungen enthaltenen Versteinerungen, die sich gegenseitig ergänzen, und das Vorkommen einzelner besonders charakteristischer Formen, sogenannter „Leitmuscheln" oder „Leitversteinerungen", erleichtert häufig die Aufgabe.

163. Wie theilt man die Sedimentärgesteine ein?

Nach folgenden, von den speciellsten zu immer allgemeineren aufsteigenden Abstufungen: Schichten, Schichtengruppen oder Formationsglieder, Formationen und Formationsgruppen, welche meist noch besondere Benennungen erhalten haben. Diese räumlichen Abtheilungen lassen sich zugleich als Vertreter bestimmter, ungleicher Zeiträume betrachten.

164. Welche Bedeutung hat die Schicht?

Die kleinste, am wenigsten umfassende; sie ist das Resultat des kürzesten geologischen Zeitabschnittes.

165. Was versteht man unter Schichtengruppe oder Formationsglied?

Eine unbestimmte Anzahl innig mit einander verbundener, und ihrem Inhalte nach nahe übereinstimmender Schichten.

166. Was versteht man unter Formation?

Eine unbestimmte Zahl zusammengehöriger Schichten oder Schichtengruppen, aus deren Natur und Lagerung hervorgeht,

daß sie alle unter ähnlichen Umständen, ohne Unterbrechung, nach einander abgelagert worden sind.

167. Was versteht man unter Formationsgruppe?

Eine Anzahl geographisch und geologisch mit einander verbundener und zusammengehöriger Formationen, die aber nicht ohne Unterbrechung und unter ganz gleichen Umständen gebildet sind, d. h. es können in einer solchen Gruppe z. B. Süßwasser- und Meeresablagerungen mit einander verbunden sein.

168. Wie theilt man die Bildungszeiträume ein?

Von den ältesten zu den immer jüngeren vorschreitend, wie folgt:

1) Primäre oder azoische Periode,
2) Paläozoische Periode,
3) Secundäre oder mesozoische Periode,
4) Tertiäre oder Molasse-Periode,
5) Quartäre oder Diluvial-Periode,
6) Recente Periode oder Neuzeit.

169. Liegen die Ablagerungen dieser verschiedenen Zeiträume oder Perioden überall alle über einander?

Nein! in der Reihe der sedimentären Ablagerungen sind oft große Lücken vorhanden. In manchen Gegenden fehlen sogar alle deutlich sedimentären Gesteine, und die Oberfläche besteht nur aus metamorphischen oder eruptiven Gesteinen.

170. Finden sich die neueren Ablagerungen immer in den höheren, und die älteren in den tieferen Gegenden der Erde?

Nein! nur aus ihrer relativen Lage geht das Oben und Unten derselben hervor. Sehr oft findet man gerade umgekehrt die ältesten Ablagerungen in den höchsten Gebirgsgegenden, die jüngsten in den Niederungen, wie das die Abbildung S. 35 erläutert.

171. Wie kommt das?

Das ist eine Folge der vielfachen Erhebungen und zuweilen auch Senkungen, welche die feste Erdkruste local erlitten hat, und zuweilen noch erleidet.

172. Findet man Meeresablagerungen auch auf der Landoberfläche?

Sehr häufig, und eigentlich kennt man nur solche Meeresablagerungen, da die anderen vom Meere verdeckt, und folglich nicht beobachtbar sind.

173. Wie kamen sie in diese Lage?

Jedenfalls durch Erhebungen, und zwar durch sogenannte continentale Erhebungen, welche ziemlich gleichmäßig oft sehr große Landstriche betroffen haben und zuweilen auch noch betreffen, im Gegensatz zu den localen Erhebungen z. B. an Vulcanen.

174. Sind die Gesteine der Ablagerungen verschiedener Altersperioden constant verschieden und die gleich alten unter sich gleich?

Nein! man findet vielmehr in den Ablagerungen aller geologischen Perioden oft sehr verschiedenartige Gesteine und untergeordnete besondere Lagerstätten mit einander verbunden.

175. Kann man überhaupt das Alter der Ablagerungen aus der Natur ihrer Gesteine erkennen?

Allgemein gar nicht. In den neuesten wie in den ältesten Ablagerungen finden sich zuweilen ganz gleiche, und in gleich alten Ablagerungen verschiedener Gegenden sehr ungleiche Gesteine vor.

176. Die Gesteinsbeschaffenheit kann also gar nicht zur Altersbestimmung der Ablagerungen benutzt werden?

In Gegenden, welche in dieser Beziehung noch nicht bekannt sind, gar nicht, in bereits bekannten Gegenden aber oft recht gut, da innerhalb bestimmter zusammengehöriger Ablagerungsgebiete die Aufeinanderfolge der Schichten in ihrer mineralogischen Natur sich oft über sehr große Strecken ganz gleich bleibt, so daß man dann das relative Alter jeder einzelnen Schicht zuweilen sehr leicht aus ihrem mineralogischen Zustand erkennen kann. Auch pflegen die neuesten Ablagerungen im Allgemeinen nicht so fest oder steinartig zu sein, als die älteren.

177. Welches ist die übliche Alterseintheilung der einzelnen Ablagerungen oder Formationen?

Von oben nach unten die folgenden:

Tertiär und quartär.	Recente Formationen.	
	Diluviale Formationen.	
	Pliocäne Formationen.	Neogen.
	Miocäne Formationen.	
	Oligocäne Formationen.	Palaeogen.
	Eocäne Formationen.	
Secundär.	Kreideformation (Senonien, Turonien).	
	Quaderformation (Cenomanien).	
	Neocomformation oder Hils (Albien, Neocomien).	
	Wieldenformation, Deisterform., „titonische Etage".	
	Juraformation (weißer und brauner Jura).	
	Liasformation (schwarzer Jura).	
	Keuperformation.	Trias.
	Muschelkalkformation.	
	Buntsandsteinformation.	
Primär. Paläozoisch.	Zechsteinformation.	Dyas.
	Formation des Rothliegenden.	
	Steinkohlenformation.	Carbon.
	Kohlenkalkformation.	
	Devonformation.	Grauwacke.
	Silurformation.	
	Cambrische Formation.	
	Eozoische oder azoische Formationen, z. Th. Thonglimmerschiefer.	
	Krystallinische (metamorphische) Schiefergesteine.	

178. Entsprechen diese Abtheilungen alle gleich großen Zeiträumen?

Nein! wahrscheinlich vielmehr sehr ungleich großen.

179. Auf welchen Principien beruht ihre Trennung?

Auf der thatsächlichen Verschiedenheit der Ablagerungen nach ihrer Zusammensetzung, Verbreitung, und den darin enthaltenen Versteinerungen, in den bis jetzt geologisch am besten bekannten Erdgegenden.

180. Sind die einzelnen Formationen über die ganze Erdoberfläche ausgebreitet?

Nein! sie sind alle auf mehr oder weniger große Verbreitungsgebiete beschränkt; darüber hinaus, in anderen Gebieten, sind sie aber zuweilen durch gleich alte Ablagerungen von anderer Beschaffenheit, sogenannte Parallelformationen oder Aequivalente, vertreten, denen man, wo das nachweisbar ist, dann allerdings zuweilen trotz ihrer Verschiedenheit dieselben, zuweilen aber auch neue Namen zu geben pflegt.

181. Worauf beruhen die Benennungen der Abtheilungen?

Auf sehr verschiedenen Umständen, z. B. auf petrographischen Zuständen in gewissen Normalgegenden, so z. B. Kreideformation, Buntsandsteinformation; auf Localitäten, in denen ihre Selbständigkeit zuerst erkannt wurde, so z. B. Juraformation; auf vulgären Bezeichnungen, wie z. B. Keuper; auf Ansichten über die Bildungsweise, wie Diluvialablagerungen; oder sie bezeichnen auch wohl ohne Weiteres eine Zeiteintheilung, wie recent, pliocän, miocän, eocän, und sind dann ganz unabhängig von der besonderen localen Zusammensetzung.

Recente Ablagerungen.

182. Woraus bestehen die recenten Ablagerungen?

Aus kalkigen, sandigen oder thonigen Ablagerungen von Quellen, Flüssen, Landseen und Meeren, aus Raseneisenstein, Torf, Infusorienlagern, Korallenriffen, vulcanischem Tuff u. s. w., welche somit theils mechanischer, theils chemischer, theils organischer Natur sind.

183. Ist ihre Verbreitung sehr groß?

Sie bilden sich noch jetzt in sehr vielen Gegenden an der Erdoberfläche, oder auf dem Meeresboden, überall den localen Umständen entsprechend.

184. Was für Versteinerungen enthalten sie?

Ueberreste von jetzt noch lebenden Thier- und Pflanzenspecies.

Diluviale Ablagerungen.

185. Woher rührt die Bezeichnung: diluviale Ablagerungen?

Aus ihrer Verbreitung geht hervor, daß Vieles, was jetzt Land ist, während der Zeit ihrer Ablagerung vom Meere bedeckt gewesen sein muß. Man bezog das eine Zeit lang mit Unrecht auf die traditionelle Sint- oder Sündfluth, und nannte deshalb die Ablagerungen diluvial.

186. Woraus bestehen die diluvialen Ablagerungen?

Hauptsächlich aus erratischen Blöcken, Geschieben, Sand und Lehm (Löß).

187. Was sind erratische Blöcke?

Große Steinklumpen oder auch etwas abgerundete Geschiebe, welche, weit von ihrem Ursprunge entfernt, an der Erdoberfläche umher liegen. Die in Norddeutschland vorkommenden nennt man auch wohl nordische Geschiebe, weil sie erkennbar aus Skandinavien abstammen.

188. Wie sind sie in ihre gegenwärtige Lage gekommen?

Wahrscheinlich auf schwimmenden großen Eisschollen oder Eisbergen.

189. Wie konnten sie auf die Landoberfläche gelangen?

Zu einer Zeit, als diese vom Meere bedeckt war.

190. Haben alle erratischen Blöcke einen solchen Ursprung?

Nein! in den Alpen und deren Umgebungen finden sich viele, die offenbar als Moränen durch Gletscher aus den Hochalpen in tiefere Gegenden transportirt worden sind, und ähnlich in den Umgebungen mancher anderer Gebirgsgegenden.

191. Finden sich solche erratische Blöcke auch zwischen älteren als diluvialen oder recenten Ablagerungen?

Merkwürdiger Weise hat man mit voller Sicherheit noch keine, aus älteren geologischen Perioden herrührende, aufgefunden.

192. Wie kommt das wohl?

Man vermuthet, daß es vor der Diluvialzeit weniger Eis auf der Erde gegeben habe.

193. Ist der Diluvial-Lehm und -Sand von besonderer Beschaffenheit?

Der Lehm ist oft etwas mergelig oder sandig; man nennt ihn auch Löß. Der Sand ist meist lose, nicht zu Sandstein verbunden.

194. Was für Versteinerungen kennt man aus diluvialen Ablagerungen?

Verhältnißmäßig wenige Arten. Einige Knochen von ausgestorbenen Säugethierarten und einige Reste von Land- und Meeresmuscheln theils lebender, theils wenigstens local ausgestorbener Arten.

195. Sind diese Ablagerungen sehr verbreitet?

In den europäischen Niederungen sind sie sehr verbreitet, aber die durch das Meer gebildeten Ablagerungen dieses Zeitraums kennt man in Europa noch nirgends in Gebirgsgegenden, die sich mehr als tausend Fuß über den Meeresspiegel erheben.

196. Sind sie sehr mächtig (dick)?

Ihre Dicke oder Mächtigkeit beträgt selten viel mehr als hundert Fuß.

Pliocäne Tertiärformationen.

197. Woraus bestehen die pliocänen Ablagerungen oder Formationen?

In verschiedenen Gegenden aus sehr verschiedenem Material. In Oberitalien gehört dazu z. B. die sogenannte Subapenninenformation aus Mergel und Sand mit sehr viel gut erhaltenen Meeresmuscheln, die meist noch lebenden Species an-

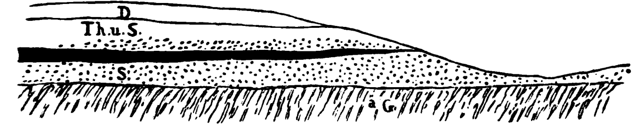
gehören. In den Umgebungen des Kaspischen Meeres besteht die **kaspische Formation** aus Kalkstein- und Sandschichten mit brakischen meist noch lebenden Arten entsprechenden Muscheln; bei Oeningen am Rhein besteht eine Pliocänformation aus schiefrigen Kalksteinen und Mergeln mit sehr viel Landpflanzen und Insectenresten, u. s. w. Das sind eben nur einzelne Beispiele.

198. Worauf beruht ihre Unterscheidung von den älteren Ablagerungen?

Wesentlich auf dem Umstande, daß die darin vorkommenden Versteinerungen, besonders die von Meeresorganismen herrührenden, größtentheils mit noch lebenden Species übereinstimmen.

Miocäne Tertiärformationen.

Die nachstehende Abbildung sucht die Lagerung und allgemeinste Gliederung der norddeutschen Braunkohlenformation zu versinnlichen, welche als oligocän oder untermiocän bezeichnet zu werden pflegt.



D. Diluvialgebilde. Pliocäne Ablagerungen fehlen hier meist.
Th. und S. Thon und Sand der Braunkohlenformation, oder auch mariner Thon mit Meeresmuscheln und Kalkausscheidungen (sogenannter Septarienthon).
S. Sand.
ä. G. Aeltere Gesteine verschiedener Art.
Der schwarze Strich bezeichnet die Einlagerung eines oder mehrerer Braunkohlenflötze.

199. Woraus bestehen die miocänen Ablagerungen?

Ebenfalls aus sehr ungleichem Material. In Norddeutschland die **Braunkohlenformation** (siehe oben), aus Sand und Thon mit Braunkohlenlagern. In der gleich alten böhmischen Braunkohlenformation kommen dazu feste Sandsteine. In Galizien die dortige **Steinsalzformation**, aus Thon, Mergel und Gyps mit mächtigen Steinsalzeinlagerungen. Im Mainzer Becken bestehen die miocänen Ablagerungen

aus einer vielfachen Wechsellagerung von Kalkstein, Mergel, Sandstein und Thon, welche wechselnd Meeres-, Süßwasser- und Brakwasser-Organismen enthalten. Am Nordrand der Alpen besteht die Molasseformation aus Sandstein, Conglomerat (Nagelfluhe), Thon und Mergel mit Kohleneinlagerungen, u. s. w.

200. Sind diese miocänen Ablagerungen sehr mächtig?

Das ist ganz ungleich. In den Alpen erreichen die Molassebildungen wohl über 4000 Fuß Dicke.

201. Sind sie von den pliocänen Ablagerungen leicht zu unterscheiden und zu trennen?

Nicht überall. Im Becken von Wien und am Alpenrand z. B. sehr schwer. Man pflegt deshalb dort beide unter der Benennung „neogen“ zusammenzufassen.

202. Worauf beruht denn überhaupt die Abtrennung eines miocänen Zeitraumes?

Dieselbe bezieht sich auf das Verhältniß zwischen den ausgestorbenen und lebenden Arten, welche versteinert in den Ablagerungen gefunden werden. Zu den Miocänbildungen rechnet man diejenigen, in welchen mehr als die Hälfte der darin gefundenen Meeresmuscheln schon ausgestorbenen Arten angehören, während nur ein kleiner Theil mit noch lebenden Species übereinstimmt.

203. Gelten dieselben Verhältnisse nicht auch für die Ueberreste von Landthieren und Landpflanzen?

Nicht ganz; diese scheinen einem etwas schnelleren Artenwechsel unterworfen gewesen zu sein; die versteinerten Ueberreste von miocänen Land- und Süßwasser-Organismen gehören daher fast alle ausgestorbenen Arten an.

Eocänbildungen.

204. Woraus bestehen die eocänen Ablagerungen oder Formationen?

Ebenfalls aus ganz ungleichem Material. Im Pariser Becken z. B. besteht die Pariser Formation aus sogenanntem

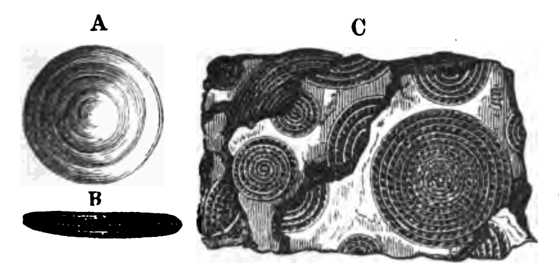
Die nachstehende Abbildung versinnlicht auf ganz ideale Weise die Lagerung der eocänen und miocänen (oder neogenen) Ablagerungen am Nordrande der Alpen.



ä. G. Aeltere Gesteine der Alpen.
N. Nummuliten-Kalk- oder Sandstein (eocän).
F. Flysch, aus Schieferthon, sandigem Schieferthon und Sandstein bestehend.
M. Molassesandstein mit Einlagerungen von Schieferthon und Kohlen (miocän).
C. Conglomerat (Nagelfluhe) zwischen dem Molassesandstein.

Grobkalk, Thon, Mergel und Gyps, die zum Theil außerordentlich viel sehr gut erhaltene Meeresconchylien einschließen. Im Alpengebiet dagegen besteht die Nummulitenformation vorherrschend aus sogenannten Nummulitengesteinen und aus Flysch.

205. Was für Gesteine sind das?



A Ein Nummulit von außen; B ein Nummulit im Querbruch; C Nummuliten im Gestein sitzend, und nach der breiten Seite durchbrochen.

Nummulitengesteine sind theils Kalksteine, theils Sandsteine voll Nummulitenschalen, die von einem ganz ausgestorbenen, das Meer bewohnenden Schalthiergeschlecht herrühren, und die fast nur aus dieser geologischen Zeit bekannt sind. Flysch hat man dagegen eine besondere Art von thonigem Schiefer genannt.

206. Welche Mächtigkeit erreichen die eocänen Ablagerungen?

Eine örtlich sehr verschiedene. Im Alpengebiet weit mehr als tausend Fuß.

207. Sind sie sehr weit verbreitet?

Allerdings! besonders die durch Nummuliten charakterisirten Ablagerungen, diese kennt man in den Alpen und Karpathen, an allen Küsten des Mittelmeeres, in Oberägypten, Nubien, Ostindien, auf Banka, Java, in China und Japan.

208. Werden die Tertiärbildungen überhaupt auch noch auf andere Weise eingetheilt und benannt?

In Belgien hat man für die sehr vollständige Reihenfolge derselben nachstehende Eintheilung gewählt, indem man jede Abtheilung nach einer besonders charakteristischen Localität benannt hat:

Hesbayen-Löss, pliocän oder diluvial.

Pliocän. {
Scaldesien = Muschelsand.
Distien = Sand mit Muschelkernen.

Miocän. {
Bolderien = Sand.
Rupelien.

Eocän. {
Tongerien.
Laekenien mit Nummuliten.
Bruxellien.
Parisien.
Ypresien.
Landenien.

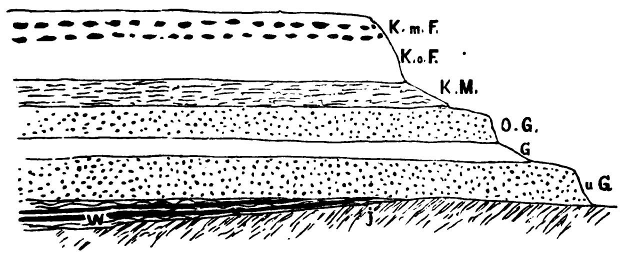
In England und in Frankreich hat man wieder andere Unterabtheilungen gemacht. Und Karl Mayer schlug 1874 nachstehende Bezeichnungen für die tertiäre Schichtenreihe vor, von oben nach unten:

Saharian.
Astian.
Messinian.
Portonian.
Helvetian.

Langhian.
Aquitanian.
Tongrian.
Ligurian.
Bartonian.
Parisian.
Londonian.
Soissonian.
Garumian.

Ablagerungen der Kreideperiode.

Die nachstehende Abbildung stellt einen idealen Verticalschnitt der zur Kreide-gruppe gehörigen Formationen Südenglands dar.



K. m. F. Weiße Kreide mit Feuersteinen.
K. o. F. Weiße Kreide ohne Feuersteine.
K. M. Kreidemergel.
O. G. Oberer Grünsand.
G. Gault.
u. G. Unterer Grünsand.
W. Wieldenformation. } Zur Juragruppe gehörig.
J. Juraformation. }

Kreidegruppe.

209. Woraus bestehen die Ablagerungen der Keideperiode?

Man unterscheidet von oben nach unten in dem Hauptkreide-gebiet Englands folgende Abtheilungen (siehe obige Abbildung):

1) Obere weiße Kreide mit Feuersteinknollen;
2) untere, mehr graue Kreide ohne Feuersteine;

3) Kreidemergel;
4) oberer Grünsand;
5) Gault, meist Thon;
6) unterer Grünsand.

210. Was für ein Gestein ist Kreide?

Ein weißer, erdiger, abfärbender Kalkstein, welcher nach mikroskopischen Untersuchungen fast nur aus, für das unbewaffnete Auge unsichtbar kleinen Schalen von Meeresthieren (Polythalamien und Foraminiferen) zusammengesetzt ist.

211. Was ist Kreidemergel?

Ein inniges Gemenge von Kreide und Thon.

212. Ist die Kreideformation sehr mächtig und verbreitet?

Am mächtigsten — mehrere hundert Fuß dick — kennt man sie in Südengland. Von da aus verbreitet sie sich nach Irland, Nordfrankreich, Belgien und Dänemark bis zur Insel Rügen. Dann findet sich auch in Südrußland wieder eine ziemlich verbreitete Ablagerung derselben.

213. Kennt man sie nicht auch in anderen Ländern?

Die eigentliche Kreideformation noch nicht, wohl aber viele gleich alte Ablagerungen, die allerdings ebenfalls oft Kreidebildungen genannt werden. So z. B. der obere Quadersandstein in Westphalen, Sachsen und Böhmen.

214. Was für Versteinerungen sind für die Kreideperiode charakteristisch?

Es kommen darin sehr viele Meeresconchylien und Zoophyten vor, welche alle ausgestorbenen Arten angehören. Besonders bezeichnend sind namentlich einige Arten aus den Geschlechtern Pecten, Inoceramus, Ostrea, Exogyra, Pinna, Terebratula, Belemnites, Ammonites, Hamites, Baculites, Turrilites, Spantangus, Ananchytes, Galerites, Echinus und Cidarites.



Versteinerungen der Kreidegruppe:

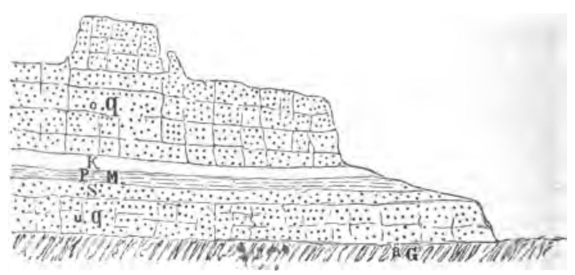
a **Hippurites** bioculata, *b* Cidaris clavigera (ein Echinit), *c* Terebratula lacunosa, *d* Scaphites, *e* Ammonites, *f* Crioceras, *g* Turrilites.

Quaderformation.

215. Woraus besteht die Quaderformation?

Vorherrschend aus Sandstein, den man seiner parallelopipedischen Absonderung wegen Quadersandstein genannt hat, außerdem aber aus Grünsandstein, Mergel und Kalkstein.

Die nachstehende Abbildung zeigt einen idealen Durchschnitt der Quaderformation in den Gegenden von Dresden und Schandau.



o. Q. Oberer Quadersandstein.
P. Pläner, und zwar
K. Plänerkalkstein.
M. Plänermergel.
S. Plänersandstein.
u. Q. Unterer Quadersandstein.
ä. G. Aeltere Gesteine.

216. Welche Unterabtheilungen unterscheidet man in dieser Formation?

1) Oberen Quadersandstein, welcher geologisch der weißen Kreide Englands entspricht.
2) Pläner, aus Kalkstein, Mergel, und zuweilen auch aus Grünsandstein bestehend, dem englischen Kreidemergel entsprechend.
3) Unteren Quadersandstein.

217. Was ist Grünsand?

Ein Sandstein, der durch viele kleine, dunkelgrüne Glauconitkörnchen eine grüne Färbung erhält. Solcher Grünsandstein (...eensand) bildet in Südengland den Stellvertreter des deu...

schen Quadersandsteines überhaupt, und deshalb wird dort die ganze Formation gewöhnlich Greensand genannt.

218. Ist die Quaderformation sehr mächtig und verbreitet?

In der sächsischen Schweiz, deren schöne Felsen alle aus Quadersandstein bestehen, ist sie über tausend Fuß mächtig; von da aus verbreitet sie sich südlich weit nach Böhmen hinein, östlich nach Schlesien, und nordwestlich nach Westphalen und Belgien; als Grünsandstein läßt sie sich dann auch noch durch Südengland und Nordfrankreich verfolgen.

219. Ist sie in anderen Ländern nicht bekannt?

Nicht als eigentlicher Quadersandstein oder Grünsand; gleich alte und zum Theil auch ähnliche Ablagerungen sind aber sehr mächtig im Gebiete der Alpen und Karpathen, im europäischen Rußland, in der Türkei, Italien, Südfrankreich, Spanien und Nordafrika bekannt. Auch jenseit des Atlantischen Oceans in Nordamerika. Sie haben in diesen Gegenden besondere Benennungen erhalten, wie z. B. Gosauformation, Hippuritenkalk, Rudistenkalk, Karpathensandstein z. Th. u. s. w., werden aber alle gemeinsam auch als Kreidebildungen bezeichnet, d. h. zur Kreidegruppe gerechnet.

220. Welche Versteinerungen sind charakteristisch für die Quaderformation?

Dieselben Genera, welche bereits Seite 62 als charakteristisch für die Kreideperiode überhaupt angeführt wurden. Der sächsische Quadersandstein enthält aber in seinen untersten Schichten auch einige Landpflanzenreste.

Neocomformation oder Hils.

221. Woraus besteht die Neocomformation?

In der Gegend von Neuchâtel, wo man sie zuerst als selbständig erkannt und benannt hat, vorherrschend aus Kalkstein, Mergel, Thon und Sandstein, die mehrfach mit einander wechseln.

222. Ist sie sehr verbreitet?

Die eigentliche Neocomformation läßt sich vom Jura aus in die Alpen und in das südliche Frankreich verfolgen. Anderwärts aber sind gleich alte Ablagerungen bekannt, die zum Theil besondere Benennungen erhalten haben, noch ehe man sie als Parallelbildungen erkannte.

223. Welche sind das?

Z. B. die Hilsformation in Westphalen und der untere Greensand in England.

224. Woher hat die Hilsformation ihren Namen?

Von einer Hils genannten Localität.

225. Woraus besteht diese Formation?

Von oben nach unten aus:

1) Hilssandstein mit conglomeratartigen Einlagerungen und

2) Hilsthon, ebenfalls mit conglomeratartigen Einlagerungen.

Beide hat man früher noch zum unteren Quadersandstein gerechnet.

226. Welche Versteinerungen sind für die Neocomformation und ihre Parallelbildungen charakteristisch?

Im Allgemeinen dieselben Genera, aber meist andere Species wie in der Kreideformation und im Quadersandstein. Unter den Species ist namentlich bezeichnend Ostrea Couloni, Isocardia neocomensis, Spatangus retusus, Belemnites subquadratus und Ammonites Decheni.

Für die Gesammtheit der Ablagerungen aus der Kreideperiode schlug Karl Mayer 1874 folgende Bezeichnungen vor, von oben nach unten geordnet:

Danian.
Senonian.
Turonian.
Cenomanian.
Albian.

Neocomian.
Valenginian.
Purbeckian.

Wieldenformation oder Deister.

227. Woraus besteht die Wieldenformation?

Aus Süßwasserablagerungen von thoniger, sandiger, auch kalkiger Beschaffenheit, mit untergeordneten Einlagerungen von Kohlen und Thoneisenstein.

228. Wodurch erkennt man, daß es Süßwasserablagerungen sind?

Durch die darin enthaltenen Versteinerungen, unter denen Süßwasserconchylien, Land- und Sumpfpflanzen ganz vorherrschen.

229. Wo kennt man diese Formation?

Zuerst wurde sie in Südengland in einer „the weald" genannten Gegend bekannt, daher die Benennung Wealden (Wielden). Dann hat man sie aber noch verbreiteter und mächtiger in den Weserketten gefunden, und hier nach einer Localität Deisterformation genannt.

230. Ist diese Deisterformation eben so zusammengesetzt, wie die englische Wieldenformation?

Nein! dieselbe besteht vorherrschend aus Sandstein und Schieferthon mit mehreren eingelagerten brauchbaren Kohlenschichten. Aus den Versteinerungen derselben geht aber hervor, daß sie ebenfalls nicht vom Meere, sondern auf dem Lande und von süßem Wasser abgelagert wurde; nur die unterste Schicht enthält Meeresorganismen, und wird Serpulit genannt.

231. Kennt man keine ganz marine Ablagerung, welche in derselben Zeit entstanden ist?

Erst ganz neuerlich sind in den Alpen solche marine Schichten bekannt geworden, welche man für marine Aequivalente der Wieldenformation hält. Dieselben sind „Titonische Formation" genannt worden.

	England.	Frankreich.	Alpen.
Weißer Jura.	Portlandstein, ein Kalkstein.	Portlandian.	Plassenkalk.
	Kimmeridge-Thon.	Kimmeridgian, schwarzer Thon u. oolith. Kalkstein.	Aptychenkalk.
	Kalkgruß.		Schichten.
	Coralrag, ein Korallenkalkstein.	Corallian.	Vielzerkalk.
Brauner Jura.	Oxfordthon.	Oxfordian, Thon.	
	Kelloway-Fels.	Callovian.	
	Cornbrash, eine Wechsellagerung von Kalkstein, Mergel u. Thon.		
	Forest-Mergel.		Fleckenmergel.
	Bathoolith oder Großoolith.	Bathonian. Grande oolithe.	(Allgäuschiefer.)
	Fullerseard (Walkerde).		
	Unterer Oolith.	Bajocian.	
	Eisenschüssiger Oolith.		

242. Sind Ablagerungen der Juraperiode auch noch in anderen Ländern bekannt?

Ja wohl! in Spanien, in Italien, in der Türkei, in Griechenland, im Karpathengebiet, in Polen und im europäischen Rußland, so wie in Amerika.

243. Ist es wahrscheinlich, daß sie in allen diesen Ländern unter ganz gleichen Umständen in einem und demselben Meeresbecken abgelagert worden sei?

Das wohl nicht; besonders die Gesteine sind ziemlich verschieden, aber die Uebereinstimmung der Versteinerungen ist doch so groß, daß man sich dadurch veranlaßt gesehen hat, diese gleichzeitigen Ablagerungen überall derselben geologischen Periode (der Juraperiode) zuzurechnen.

Karl Mayer unterscheidet für die Juraperiode überhaupt von oben nach unten folgende Abtheilungen:

Kimmeridgian.
Sequanian.
Argovian.
Oxfordian.
Bathonian.
Bajocian.
Aalian.
Toartian.
Chamoutian.
Sinemurian.
Rhätian.

244. Welches sind die am meisten charakteristischen Versteinerungen der Juraperiode?

Sehr viele Ammoniten und Belemniten, eine große Zahl von Terebrateln, Ostreen, Gryphaeen, Pectenarten, Pholadomyen, Trigonien, Melanien, Crinoideen, Echiniten und unzählige Korallenarten, dazu aber auch noch Reste von Krebsen, Fischen, Sauriern, und selbst von einigen Säugethieren. Die meisten dieser Versteinerungen rühren von Meeresbewohnern her.

Eine kleine Auswahl derselben liefert die Abbildung auf S. 72.

245. Sind die darin vorkommenden Versteinerungen überall ganz dieselben?

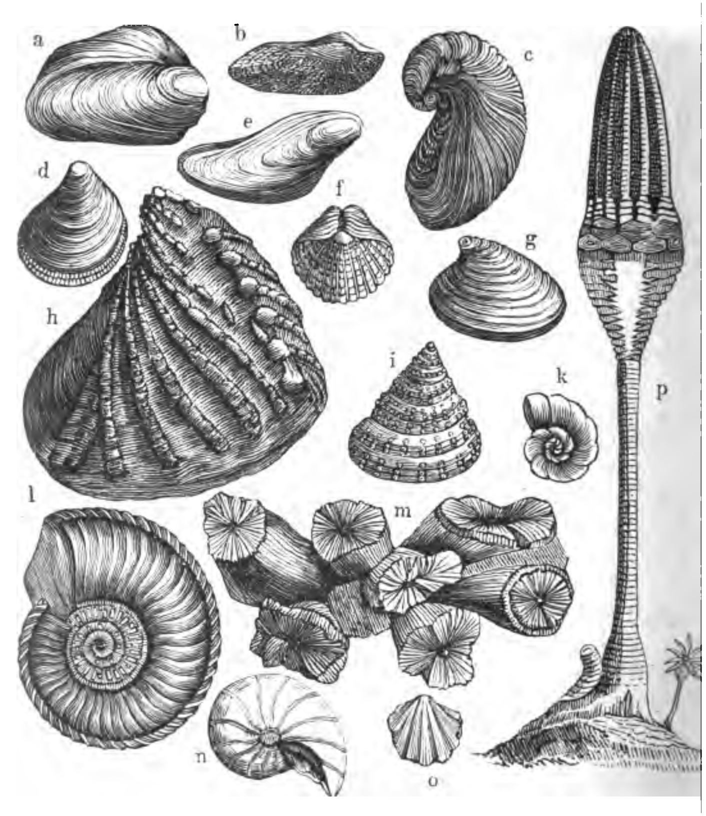
Nein! erstens enthalten die einzelnen Abtheilungen ungleiche Arten, dann aber zeigen sich auch Unterschiede in ihrer horizontalen Verbreitung. Ihr allgemeiner Charakter bleibt sich indessen überall gleich, und selbst einzelne Arten kennt man übereinstimmend vom Ural bis nach Amerika.

246. Kennt man keine gleich alten Süßwasserablagerungen?

Eine eigentliche und einigermaßen ausgedehnte Süßwasserformation ist aus der Juraperiode noch nicht bekannt, wohl aber kennt man an einigen Orten Kohlenschichten mit Landpflanzenresten aus diesem geologischen Zeitraume.

247. Wo sind dergleichen bekannt?

Z. B. bei Fünfkirchen in Ungarn und bei Steierdorf im Banat. In beiden Gegenden findet sich eine ziemlich mächtige



Versteinerungen der Juragruppe.

a Hippopodium ponderosum, *b* Cucullaea elongata, *c* Gryphaea incurva, *d* Pachyodon Listeri, *e* Gervillia, *f* Spirifer verrucosus, *g* Plagiostoma giganteum, *h* Trigonia navis, *i* Pleurotomaria anglica, *k* Ammonites colabratus, *l* Ammonites Amaltheus, *m* Cariophyllia annularis, *n* Nautilus decussatus, *o* Terebratula subserrata, *p* Apiocrinites rotundus.

Steinkohlenformation, bestehend aus Schieferthon und Sandstein mit bauwürdigen Kohlenflötzen und schwachen Sphärosideritlagern, welche nach ihrer Lagerung und den eingeschlossenen Landpflanzenresten dem Anfang der Juraperiode angehört, und danach dem schwarzen Jura oder Leias anderer Erdgegenden ungefähr parallelisirt werden kann.

248. Woher stammt die Benennung Leias (lias)?

Lias ist ursprünglich nur eine triviale und locale Bezeichnung für diese Schichten in einigen Gegenden Englands.

249. Ist diese Leiasformation vielleicht ebenfalls, wie die oberen Abtheilungen der Juragruppe in den Alpen, eigenthümlich gegliedert?

Ja! in dem Gebiet der Alpen unterscheidet man, als demselben geologischen Zeitraume angehörig, von oben nach unten folgende Abtheilungen:

Fleckenmergel oder Allgäuschiefer, vielleicht noch dem braunen Jura entsprechend.

Hirlatz-Schichten und Adenter-Schichten, meist röthliche Kalksteine voll Versteinerungen.

Dachsteinkalk, eine für sich allein mehrere 1000 Fuß mächtige Kalksteinbildung.

Kösener Schichten oder Gervilliaschichten, mergelige, kalkige und sandige Schichten von geringer Mächtigkeit.

Hauptdolomit. Wieder eine mehrere 1000 Fuß mächtige Bildung.

250. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen der Ablagerungen dieses Zeitraumes?

Es sind meist Reste von Meeresbewohnern, unter denen, wie in der Jurazeit, Ammoniten und Belemniten eine Hauptrolle spielen. Die Genera sind überhaupt für Jura und Leias kaum verschieden, wohl aber die Species, und man kennt aus den Leiasbildungen mehr Saurier als aus dem Jura, besonders Ichthyosaurier (Fischsaurier mit Flossen statt der Füße). Hie und da sind Landpflanzenreste eingeschwemmt.

251. Hat man nicht gewisse Abtheilungen der Leiasformation nach den vorherrschend darin enthaltenen Versteinerungen benannt?

Allerdings! einige bituminöse Mergelschiefer- und Kalksteinschichten dieser Formation hat man nach den darin vorherrschenden Versteinerungen: Pentacrinitenschichten, Belemnitenschiefer, Posidonomienschiefer, Amaltheenthon u. s. w. benannt; hie und da findet man sogar einzelne Schichten, welche fast ganz aus versteinerten Excrementen von Sauriern und Fischen bestehen; man nennt diese Koprolithenschichten, so wie andere sehr knochenreiche Knochenlager „bone bed". In Württemberg hat Quenstedt die einzelnen Hauptschichten der Juraperiode durch Buchstaben des griechischen Alphabetes bezeichnet α β γ u. s.

Triasgruppe,

d. h. Ablagerungen der Triasperiode.

252. Worauf bezieht sich die geologische Benennung Trias?

Darauf, daß im westlichen Deutschland drei unmittelbar auf einander folgende, etwas verschiedene Formationen fast stets zusammen vorkommen. Diese benannte v. Alberti gemeinsam Trias.

253. Welches sind diese drei Formationen?

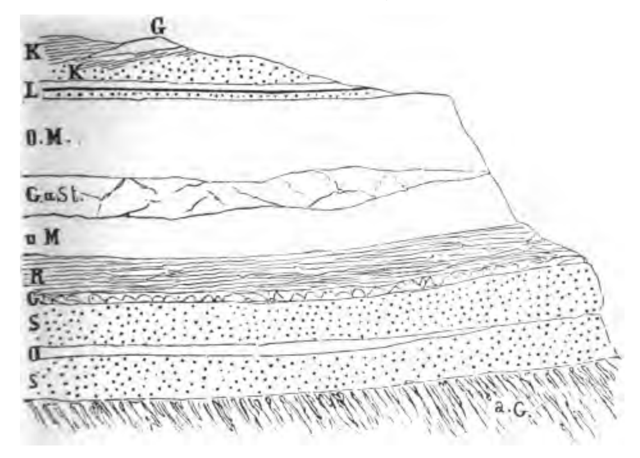
Die Keuperformation, Muschelkalkformation und Buntsandsteinformation. Die Skizze auf S. 75 stellt dieselben in ihrer gewöhnlichen Aufeinanderlagerung und Gliederung dar.

254. Woraus besteht die Keuperformation?

Vorherrschend aus sandigen und mergeligen Ablagerungen mit untergeordneten Einlagerungen von Gyps, Dolomit und Lettenkohle.

255. Ist diese Formation sehr verbreitet?

Charakteristisch entwickelt kennt man sie nur im westlichen Deutschland und östlichen Frankreich. Anderwärts aber sind Parallelbildungen derselben, also gleichzeitige Ablagerungen von anderer Beschaffenheit bekannt.



K. Keupermergel und Sandstein, G. Gyps im Keuper.
L. Lettenkohle in der unteren Abtheilung der Keuperformation.
O. M. Oberer Muschelkalk.
G. u. St. Gyps und Steinsalz in der Muschelkalkformation.
u. M. Unterer Muschelkalk oder Wellenkalk.
R. Röth, aus rothem Schieferthon und G. Gyps bestehend.
S. Sandstein der Buntsandsteinformation.
O. Oolithschichten (Rogensteine) zwischen Buntsandstein.
ä. G. Aeltere Gesteine.

256. Welches ist die specielle Gliederung dieser Formation in Deutschland?

In ihrer oberen Abtheilung herrschen Sandsteine und bunte Mergel mit Gypseinlagerungen vor; darunter folgen zunächst einige dolomitische Schichten, die untere Abtheilung dagegen besteht aus Schieferthon- und Sandsteinschichten mit einer Einlagerung von Lettenkohle.

257. Woher stammt die Benennung Keuperformation?

Keuper ist ursprünglich eine triviale Bezeichnung für gewisse Mergel dieser Formation in Franken; danach hat man dann die ganze Formation benannt.

258. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen dieser Formation?

Hauptsächlich Land-Pflanzenreste aus den Geschlechtern Equisetites, Calamites, Pterophyllum, Taeniopteris und Pecopteris, aber auch einige Reste von Meeresfischen und Muscheln.

259. Welches sind die wichtigsten Parallelbildungen der Keuperformation?

In England wird sie durch die obere Abtheilung des sogenannten new red sandstone vertreten, der zwar ziemlich ähnlich zusammengesetzt ist wie die deutsche Keuperformation, aber mit anderer Gliederung. Im Alpengebiet nehmen dagegen Ablagerungen ganz anderer Art ihre Stelle ein, die eine viel größere Mächtigkeit erreichen, viel entschiedener mariner Entstehung sind, und die man von oben nach unten wie folgt benannt hat:

a) Dachsteinkalk, sehr mächtig. Rhätische Formation.
b) Kösener, Cassianer und Raibler Schichten.
c) Hauptdolomit oder Schlerndolomit, sehr mächtig.
d) Rauchwacke und Cassianer Schichten zum Theil.
e) Wenger und Cardita-Schichten.
f) Hallstätter Kalk, sehr mächtig.
g) Partnach-Schichten und Virgloriakalk.

260. Wodurch unterscheiden sich diese alpinen Ablagerungen von den ächten deutschen Keuperbildungen?

Durch weit größere Mächtigkeit und größeres Vorherrschen mariner Kalksteinbildungen voll Versteinerungen, zum Theil ihnen eigenthümlicher Arten, so wie dadurch, daß sie viele ächte Ammoniten enthalten, welche den deutschen Keuperbildungen ganz fehlen. Pflanzenreste kommen darin nur selten vor.

261. Woraus besteht die Muschelkalkformation?

Vorherrschend aus Kalkstein und Dolomit, mit untergeordneten Einlagerungen von Thon, Gyps und Steinsalz.

262. Welches ist das Verbreitungsgebiet dieser Formation?

Besonders charakteristisch entwickelt kennt man sie in Westdeutschland und Ostfrankreich. Aus Westdeutschland reicht sie aber — meist von neueren Ablagerungen überdeckt — auch nach Schlesien und Polen.

263. Welches ist die specielle Gliederung der Muschelkalkformation?

Man unterscheidet hauptsächlich einen oberen und einen unteren Muschelkalk, so wie zwischen beiden Gyps und Steinsalzbildungen. Die obere Abtheilung wird auch Hauptmuschelkalkstein oder Kalkstein von Friedrichshall, die untere dagegen, wegen der dünnen welligen Schichtung, Wellenkalk genannt. In diesen beiden Abtheilungen herrschen Kalksteine und dolomitische Kalksteine ganz vor, in dem mittleren Zwischengliede dagegen Thon, Gyps, Anhydrit und Steinsalz.

264. Woher stammt die Benennung Muschelkalk?

Weil die Kalksteine dieser Formation oft viele Muschelversteinerungen enthalten hat man sie Muschelkalksteine genannt.

265. Unterscheidet sie sich dadurch wesentlich von anderen Kalksteinformationen?

Die meisten sedimentären Kalksteine enthalten viele Muschelreste, manche sogar noch mehr als gewöhnlich der Muschelkalkstein.

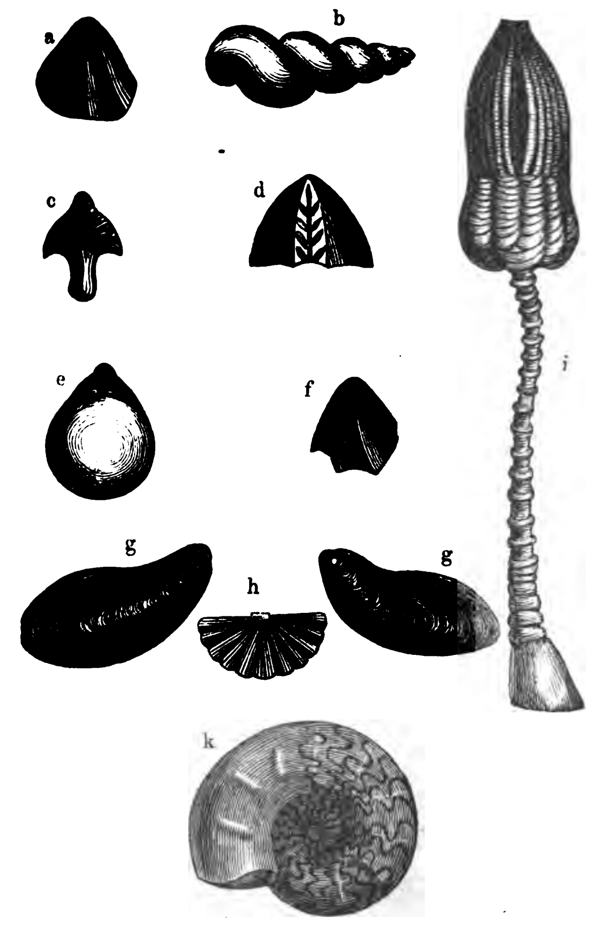
266. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen dieser Formation?

Hauptsächlich Meeresconchylien aus den Geschlechtern Ceratites, Nautilus, Terebratula, Pecten, Lima, Gervillia, Miophoria und Melania, außerdem aber auch sehr viele Encriniten und einzelne Reste von Fischen und Sauriern.

Die nachstehende Abbildung (siehe folgende Seite) stellt beispielsweise einige charakteristische Versteinerungen der Muschelkalkformation dar.

267. Welche Parallelbildungen oder Aequivalente dieser Formation kennt man?

In England ist offenbar ein mittlerer Theil des oberen new red sandstone gleichzeitig mit dem Muschelkalk ab-



Versteinerungen des Muschelkalkes:

a Myophoria vulgaris, *b* Melania turritellaris, *c* Rhyncholites hirundo, *d* Rhyncholites Gailardoti, *e* Terebratula vulgaris, *f* Terebratula arculata, *g* Avicula socialis, *h* Spirifer fragilis, *i* Encrinites liliiformis, *k* Ammonites (Ceratites) nodosus.

gelagert. In den Alpen unterschied man als gleichzeitige Ablagerung den sogenannten Guttensteiner Kalkstein, der an seiner unteren Grenze ebenfalls oft von mächtigen Steinsalz- und Gypsbildungen begleitet zu sein pflegt.

268. Kennt man auch gleichzeitige Süßwasserablagerungen?

Bis jetzt noch nicht.

269. Woraus besteht die Buntsandsteinformation?

Vorherrschend aus Sandstein, untergeordnet aber auch aus buntem Schieferthon, Mergelschiefer, Rogenstein, Gyps und Steinsalz.

270. Welches ist das Verbreitungsgebiet dieser Formation?

Am meisten charakteristisch kennt man sie im westlichen Deutschland und östlichen Frankreich, wo sie mit Muschelkalk und Keuper zusammen die Triasgruppe bildet. Sie reicht aber auch östlich nach Schlesien und Polen, und ist nordwestlich in England durch die untere Abtheilung des oberen new red sandstone vertreten, so wie im Alpengebiet durch die Werfnerer Schichten, welche Parallelbildungen alle eine petrographisch ähnliche Zusammensetzung zeigen.

271. Welches ist die charakteristische Gliederung der Buntsandsteinformation?

Von oben nach unten unterscheidet man zuerst eine vorherrschend rothe, doch auch grün gefärbte Schieferthonbildung, welche die besondere Benennung „Röth“ erhalten hat; darunter zunächst eine Gypseinlagerung, die zuweilen auch mit Steinsalz verbunden ist, und als Hauptabtheilung eine sehr mächtige Sandsteinablagerung von gelblicher, röthlicher, oder bunter Färbung, die zuweilen Einlagerungen von oolithischem Kalkstein, sogenanntem Rogenstein, enthält.

272. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen dieser Formation?

Sie enthält gewöhnlich überhaupt nur sehr wenig Versteinerungen, noch am häufigsten Pflanzenreste aus den Geschlechtern Calamites, Caulopteris, Anomopteris, Pterophyllum und

Voltzia, so wie Fährten von Sauriern. Local kommen darin auch viele Knochen von Sauriern und einzelne Meeresmuscheln vor.

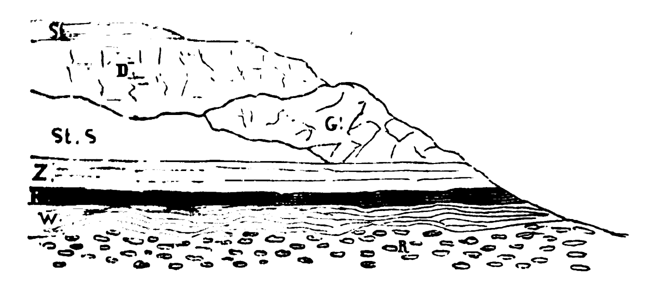
Ablagerungen der Dyasperiode.

273. Worauf bezieht sich die Benennung Dyas?

Darauf, daß die Ablagerungen dieser Periode in Deutschland aus zwei sehr verschiedenen, aber gewöhnlich zusammen vorkommenden Formationen bestehen.

274. Welches sind diese Formationen?

Die Zechsteinformation und die Formation des Rothliegenden. Die nachstehende Abbildung stellt die Verbindung und allgemeinste Gliederung dieser Formationen in Thüringen dar.



St. Stinkstein (bituminöser Kalkstein und Mergel).
D. Dolomit oder Rauhkalk.
G. Gyps.
St. S. Steinsalz.
Z. Zechstein im engeren Sinne (bituminöser Kalkstein).
K. S. Kupferschiefer.
W. Weißliegendes (Sandstein).
R. Rothliegendes.

275. Woraus besteht die Zechsteinformation?

Vorherrschend aus dolomitischem Kalkstein, bituminösem Kalkstein (Stinkstein) und bituminösem Mergelschiefer, mit untergeordneten Einlagerungen von Gyps, Anhydrit, Steinsalz, Kupferschiefer und Sandstein.

276. Welches ist ihr Verbreitungsgebiet?

Die eigentliche Zechsteinformation kennt man nur in Norddeutschland und südlich bis zum Main. Anderwärts sind aber sehr mächtige und verbreitete Parallelbildungen bekannt.

277. Welches ist ihre charakteristische Gliederung?

Von oben nach unten unterscheidet man in Thüringen und Hessen folgende einzelne Abtheilungen derselben:

1) Dolomitischen und bituminösen Kalkstein, sogenannten Rauhkalk (Rauhwacke) und Stinkstein.

2) Thon, Gyps, Anhydrit und Steinsalz.

3) Bituminösen Kalkstein (Stinkstein oder Zechstein im engeren Sinne) und Mergelschiefer, welcher letztere zuweilen kupferhaltig, Kupferschiefer genannt wird.

4) Weißliegendes oder Grauliegendes, eine schwache Sandsteinbildung, welche zuweilen auch noch etwas kupferhaltig ist, und in diesem Falle Sanderz genannt wird.

278. Woher stammt die Benennung der Zechsteinformation?

Die Mansfelder Bergleute haben seit alter Zeit das Gestein, durch welches ihre Schächte bis in den Kupferschiefer abgeteuft sind, „Zechstein" (Grubenstein) genannt, und diese Bezeichnung hat man dann auf die ganze Formation übertragen.

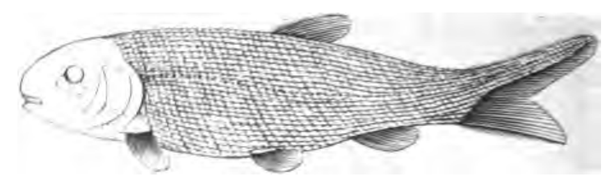
279. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen der Zechsteinformation?

Beinahe am häufigsten kommt im Kupferschiefer ein versteinerter Fisch vor, welchen man Palaeoniscus Freieslebenii genannt hat. Mit ihm zusammen finden sich noch andere Fischreste und, viel seltner, die Reste eines eidechsenartigen Landreptils. Höher hinauf in der Formation ist eine Meeresmuschel, Productus aculeatus, sehr verbreitet, aber auch Terebrateln, Spiriferen, Korallen und Landpflanzenreste werden darin gefunden.

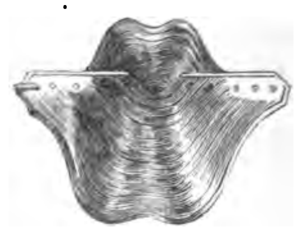
Der Holzschnitt auf Seite 82 stellt die beiden bezeichnendsten Versteinerungen der Zechsteinformation dar.

280. Welches sind die wichtigsten bekannten Parallelbildungen der Zechsteinformation?

In England zunächst der magnesian limestone, der



Palaeonicus Freieslebenii.



Productus aculeatus.

ziemlich ähnlich zusammengesetzt ist wie unser Zechstein, und auch ähnliche Versteinerungen enthält. Dann in Rußland die obere und mittlere Abtheilung der sogenannten Permformation, welche hauptsächlich aus mergeligen kreideartigen Kalksteinen bestehen, und deren Versteinerungen denen der Zechsteinformation nur ähnlich sind. Vielleicht kann auch der sogenannte Vogesensandstein, oder die unterste Abtheilung der Buntsandsteinformation in den Vogesen, sowie das oberste Rothliegende in Sachsen, noch als eine Parallelbildung für Zechstein angesehen werden.

281. Woraus besteht die Formation des Rothliegenden?

Vorherrschend aus rothen Conglomeraten und Sandsteinen, doch auch aus thonigen, bituminösen, und selbst etwas kohlenhaltigen Schichten und Gesteinen.

282. Welches ist das bekannte Verbreitungsgebiet derselben?

Das charakteristische Rothliegende kennt man bis jetzt nur in Deutschland und Frankreich. Anderwärts sind blos Parallelbildungen desselben bekannt.

283. Welches ist seine gewöhnliche Gliederung in Deutschland?

Gewöhnlich läßt sich eine obere und eine untere Abtheilung desselben unterscheiden. Die obere besteht vorherrschend aus rothen oder braunrothen Conglomeraten, Sandsteinen und Schieferthon, in der unteren herrschen dagegen graue Sandsteine und Conglomerate oder Thonsteine (Porphyrtuff) vor, die zuweilen auch untergeordnete Einlagerungen von Kalkstein, Brandschiefer, oder Kohle enthalten.

284. Woher stammt die Benennung Rothliegendes?

Daher, daß diese vorherrschend rothen Schichten die Unterlage, „das Liegende", der Zechsteinformation bilden, aus welcher man in Thüringen und Hessen den Kupferschiefer gewinnt. Die Bergleute haben diese Unterlage rothes Liegendes, oder auch altes rothes Todtliegendes genannt.

285. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen dieser Formation?

Charakteristisch kommen darin nur Landpflanzenreste vor, welche von Farrn, Equisetaceen und Lycopodiaceen herrühren, und sich zum Theil nur wenig von denen der Steinkohlenformation unterscheiden; doch ist ihr Erhaltungszustand oft ein ganz anderer.

286. In wie fern ist ihr Erhaltungszustand ein anderer?

In den Schichten der Kohlenformation findet man von den Pflanzenresten gewöhnlich Abdrücke ihrer äußeren Form, z. B. Rinden- oder Blattabdrücke; in den Thonsteinen, Sandsteinen und Conglomeraten des Rothliegenden liegen dagegen nicht selten verkieselte Stammtheile mit erhaltener innerer Textur, sogenannte Holzsteine, Staarsteine, Madensteine und dergl. von Coniferen-, Farrn- und Equisetenstämmen herrührend.

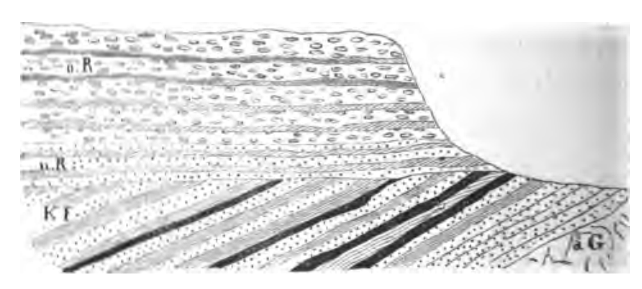
287. Welches sind die bekanntesten Parallelbildungen des Rothliegenden?

In England entspricht demselben die unterste Abtheilung des new red sandstone, welche durch den magnesian lime-



stone von den oberen Abtheilungen geschieden ist. In Rußland hat man dagegen als Parallelbildung die untere Abtheilung der Permformation erkannt, welche indessen außer Landpflanzenresten auch ziemlich viele Meeresconchylien enthält, und aus sehr vielerlei Gesteinsbildungen besteht, namentlich aus Sandstein, Thonmergel, Conglomerat, Kalkstein, Mergel, Gyps, Steinsalz, und örtlich aus kupfererzreichem Sandstein (Kupfersandstein). Die Zusammensetzung ist demnach in Rußland eine ganz andere als in Deutschland.

Die nachstehende Abbildung stellt idealisirt die sehr häufige Verbindung, das Zusammenvorkommen, des Rothliegenden und der Steinkohlenformation dar, wobei ersteres sehr oft wie in dieser Skizze übergreifend über die geneigten Schichten der Kohlenformation gelagert ist.



o. R. Oberes Rothliegendes, meist Conglomerat.
u. R. Unteres Rothliegendes, grauer Sandstein, Schieferthon und Conglomerat.
K. F. Steinkohlenformation, aus wechselnden Schichten von grauem Sandstein und Schieferthon mit Kohlenlagern bestehend.
ä. G. Aeltere Gesteine.

Ablagerungen der Kohlenperiode.

288. Worauf bezieht sich die Benennung dieser Periode?

Darauf, daß die wichtigsten Steinkohlenformationen Europas und Nordamerikas dieser geologischen Periode angehören.

289. Rechnet man außer der eigentlichen Steinkohlenformation auch noch andere Ablagerungen hierher?

Allerdings! die sogenannte Kohlenkalkstein- und die Kulmformation.

Steinkohlenformation.

290. Woraus besteht die Steinkohlenformation?

Vorherrschend aus einer vielfachen Wechsellagerung von grauem Sandstein und Schieferthon. Zwischen diesen aber liegen einzelne Schichten (Lager, Flötze) von Steinkohlen, und zuweilen auch noch von Sphärosiderit oder Kohleneisenstein.

291. Wo kennt man diese Formation?

An vielen Orten, sowohl in Europa als in Nordamerika. In Deutschland z. B. sehr charakteristisch bei Potschappel und Zwickau in Sachsen, bei Waldenburg und Mieslowitz in Schlesien, bei Halle, am Rande des Thüringer Waldes und des Harzes, bei Saarbrücken, im Ruhrgebiet, und bei Ibbenbüren in Westphalen; dann bei Aachen, in Belgien, England und Centralfrankreich, in Spanien, im Alpengebiet, bei Reschitza im Banat, und endlich nördlich vom Altai in Asien.

292. Welches ist die gewöhnliche Gliederung der Formation?

Gewöhnlich liegt zu oberst ein Schichtenwechsel von grauem Schieferthon und Sandstein, ohne Kohlenlager, darunter ein ähnlicher mit 1 bis über 100 Kohlenlagern, und zu unterst herrschen zuweilen wieder Sandsteine ohne Kohlenlager, sogenannte „Flötzleere Sandsteine", vor. Uebrigens aber ist die Mächtigkeit der einzelnen Abtheilungen, die Zahl und Mächtigkeit der Kohlenflötze, so wie die locale Verbreitung der Formation, sehr verschieden.

293. Ist die Steinkohlenformation nicht gewöhnlich in beckenförmige Vertiefungen eingelagert?

Das ist zuweilen der Fall, aber keineswegs überall.

294. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen dieser Formation?

Landpflanzenreste aus den Geschlechtern: Calamites, Annularia, Asterophyllum, Sphenophyllum, Pecopteris, Neuropteris, Sphenopteris, Lepidodendron, Sigillaria und Stigmaria, welche z. Th. den jetzt lebenden Schachtelhalmen,

Farrnkräutern und Lycopodien ähneln, specifisch aber ganz davon abweichen.

Der nachstehende Holzschnitt (S. 87) stellt einige besonders charakteristische Pflanzenabdrücke aus der Steinkohlenformation dar.

295. Kommen nicht auch Ueberreste von gewöhnlichen Laub- und Nadelholzbäumen in dieser Formation vor?

Nein! diese scheinen zu jener Zeit fast noch gänzlich gefehlt zu haben.

296. Kennt man keine thierischen Ueberreste in den Schichten der Steinkohlenformation?

Nur wenige Reste von Fischen und Sauriern (Archaegosaurus), so wie von Insecten und Süßwassermuscheln sind darin gefunden worden.

297. Kennt man keine gleichzeitigen Ablagerungen oder Parallelbildungen von ganz anderer Beschaffenheit?

Noch nicht.

298. Ist die in dieser Formation vorkommende Kohle stets echte Steinkohle (Schwarzkohle)?

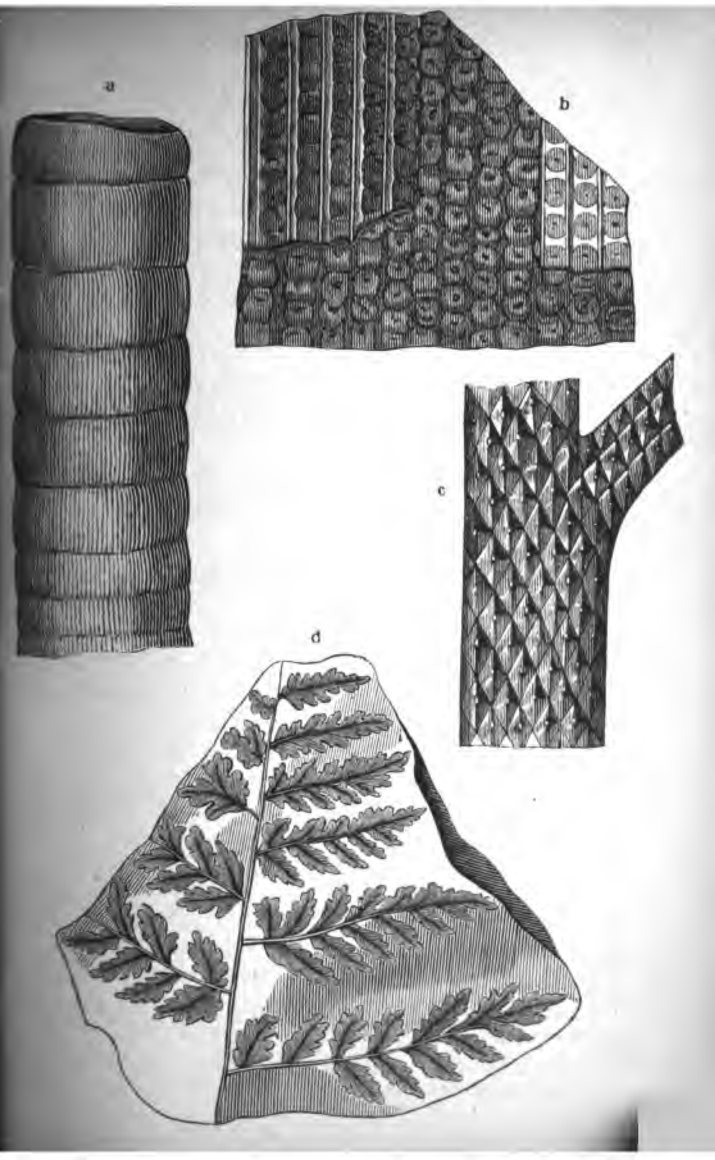
Zuweilen enthält die Formation statt der Steinkohle auch Anthrazitlager, so bei Zaunhaus und Brandau in Sachsen, an der Stangenalp in Steiermark, am Donetz in Südrußland, und sehr verbreitet in gewissen Gegenden Nordamerikas.

299. Wie ist das wohl zu erklären?

Dadurch, daß an diesen Orten der Umwandlungsproceß durch besondere Umstände schneller vorgeschritten ist, und die ursprünglichen Pflanzenreste beinahe alles Bitumen verloren haben.

300. Kommen echte Steinkohlen (Schwarzkohlen) auch in älteren oder neueren Ablagerungen als die Steinkohlenformation vor?

Allerdings! man kennt solche z. B. zwischen tertiären Schichten im Szylthal an der Südgrenze Siebenbürgens, in Ablagerungen der Kreideperiode bei Rußkberg im Banat, in solchen der Juraperiode bei Fünfkirchen in Ungarn und Steierdorf im Banat, in der Kohlenkalksteinformation Belgiens, Südrußlands u. s. w.


a
b
c
d

Versteinerungen der Kohlenformation:
a Calamites approximatus, *b* Sigillaria elegans, *c* Lepidodendron elegans und *d* Sphenopteris Schlotheimii.

301. Woraus besteht die Kohlenkalkstein= oder Kulmformation?

Wo sie charakteristisch auftritt, da besteht sie aus Wechsellagerungen von Kalkstein, Schieferthon, Thonschiefer, Kieselschiefer und Sandstein mit Resten von Meeresconchylien und Fischen; seltener auch mit untergeordneten Kohleneinlagerungen.

302. Wo findet man diese Formation?

Vorzugsweise verbreitet ist sie in England und Irland, wo sie auch noch die Benennungen Bergkalk und metallführender Kalkstein erhalten hat. Aber auch in Belgien und Westphalen tritt sie unter der Steinkohlenformation hervor, und das westliche Harzgebirge besteht theilweise daraus, dort hat man die Grauwackenschiefer und Sandsteine, aus denen sie besteht, auch wohl: Kulmgrauwacke genannt. Ferner kennt man sie ziemlich ähnlich entwickelt in den östlichen Alpen, so wie weit verbreitet im europäischen Rußland.

303. Welches ist ihre specielle Gliederung?

Diese ist sehr verschieden in den einzelnen Gegenden. In Westphalen unterscheidet man von oben nach unten:

a) Kulmlager, Kieselschiefer, wechselnd mit schwarzem Posidonomienschiefer und dünngeschichtetem Kalkstein.
b) Kalkstein und Dolomit, wechselnd mit Hornstein und Kieselschiefer, einzelne Kohlenlagen enthaltend.

304. Welche Versteinerungen sind charakteristisch für dieselben?

Vor Allem viele Arten von Productus (eine Meeresmuschel), einige Korallen, viele Crinoideen, einige Arten von Avicula, Posidonomya, Orthis, Spirifer, Terebratula, Bellerophon, Euomphalus, Orthoceratites, Nautilus und Goniatites, wenige Trilobiten und Cypridinen, so wie viele Meeresfische.

Von einigen der hier genannten Geschlechter finden sich auf dem Holzschnitte S. 92 einzelne Arten abgebildet.

305. Kennt man sehr abweichende Parallelbildungen derselben?

Die Kohlenformation von Hainichen in Sachsen ist eine solche; sie besteht aus Conglomerat, Sandstein und Schieferthon, mit schwachen Steinkohlenflötzen und vielen Pflanzenversteinerungen aus den Geschlechtern Calamites, Sphenopteris, Knorria, Sagenaria und Stigmaria, die aber fast alle von den ähnlichen der Kohlenformation verschieden sind. Reste von Meeresthieren sind in diesen Ablagerungen bei Hainichen gar nicht bekannt. Eine recht ähnliche Kohlenformation von gleichem Alter findet sich auch bei Magdeburg.

Grauwackengruppe oder Ablagerungen der Grauwackenperiode.

306. Worauf bezieht sich diese Benennung?

Darauf, daß diese Ablagerungen in den Gegenden Deutschlands, in welchen man sie zuerst näher kennen lernte, vorzugsweise aus sogenannten Grauwackengesteinen bestehen, nämlich aus Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein.

307. Sind die Ablagerungen dieser Periode überall gleich zusammengesetzt?

Nein! zuweilen bestehen sie vorherrschend aus Kalkstein oder Dolomit u. s. w.

308. Werden für diesen geologischen Zeitraum nicht auch andere Benennungen angewendet?

Ja! man hat ihn z. B. oft auch Uebergangsperiode, oder gemeinsam mit der Kohlen- und Dyasperiode paläozoische Zeit genannt.

309. In welche Hauptabtheilungen oder Formationen pflegt man die Ablagerungen dieser Periode einzutheilen?

Von oben nach unten in die folgenden: Devonformation, Silurformation und cambrische Formation.

310. Woraus besteht die devonische Grauwackenformation?

Was man nach den ziemlich übereinstimmenden Versteinerungen in den verschiedenen Gegenden eines sehr großen Ver-

breitungsgebietes zu dieser Formation rechnet, ist ziemlich ungleich zusammengesetzt; doch herrschen an den meisten Orten Wechsellagerungen von Thonschiefer, Sandstein und Kalkstein vor, welche untergeordnete Einlagerungen von Kieselschiefer, Alaunschiefer, Quarzschiefer u. s. w. enthalten.

311. Woher hat die Devonformation ihre Benennung erhalten?

Von Devonshire, weil man in dieser Grafschaft Englands zuerst die Selbständigkeit einer solchen Formation erkannte, und aus der großen Masse der Grauwackenbildungen ausschied. Ein Theil dieser Ablagerungen war früher in England unter der Benennung old red sandstone bekannt.

312. Welches ist die gewöhnliche Gliederung dieser Formation?

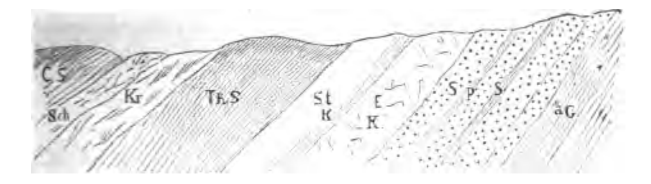
Sie ist sehr verschieden in den verschiedenen Ländern. Im rheinischen Gebiet der devonischen Grauwacke, welches in Deutschland das am genauesten bekannte ist, unterscheidet man von oben nach unten folgende Abtheilungen:

a) Posidonomienschiefer, vielleicht besser noch zur Kohlenkalkstein- oder Kulmformation zu rechnen.
b) Cypridinenschiefer und Schalstein.
c) Kramenzelstein, Thonschiefer mit Kalkknoten. (Diese zwei auch Lenneschiefer genannt.)
d) Stringocephalenkalk.
e) Calceolaschiefer und Eifeler Kalkstein.
f) Spiriferensandstein und Schiefer.

Die Abbildung auf Seite 91 stellt die Gliederung der devonischen Grauwacke des Rheingebietes, nur ungefähr und ideal, dar.

313. Wo kennt man diese Formation sonst noch?

Am Harz, im östlichen Theil des Thüringer Waldes, im Voigtland und Fichtelgebirge, am Nordwestrande des Erzgebirges, in den Sudeten, in den östlichen Alpen, in Frankreich, Spanien, England, Irland und Schottland, in Norwegen und Schweden, an beiden Abhängen des Ural, in Südafrika, und sehr verbreitet in Nordamerika.



C. S. Cypridinenschiefer.
Sch. Schalstein.
Kr. Kramenzelstein (Thonschiefer mit Kalkknoten).
Th. S. Thonschiefer (Lenneschiefer).
St. K. Stringocephalenkalk.
E. K. Eifeler Kalkstein.
Sp. S. Spiriferensandstein und Schiefer.
ä. G. Aeltere Gesteine (Taunus= und Ardennenschiefer).

314. Kennt man sehr abweichende Parallelbildungen dieser Formation?

Sie ist allerdings in den verschiedenen Gegenden sehr verschieden zusammengesetzt; da aber die Versteinerungen wesentlich übereinstimmen, so pflegt man nicht eigentliche Parallelbildungen zu unterscheiden.

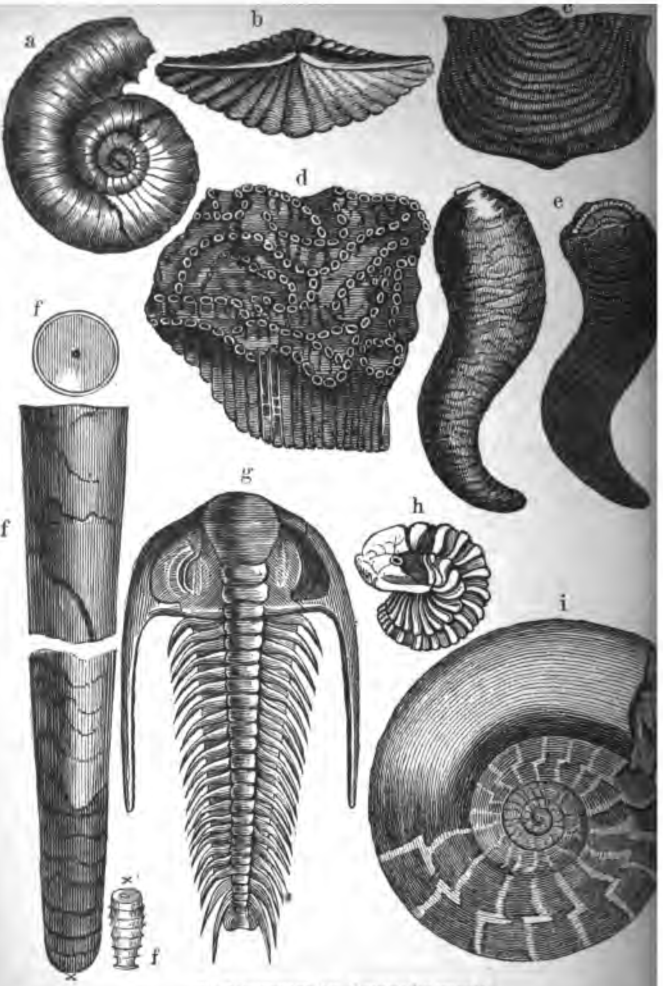
315. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen dieser Formation?

Hauptsächlich Reste von Meeresorganismen, z. B. aus den Geschlechtern: Cyathophyllum, Calamopora, Cyathocrinus, Calceola, Stringocephalus, Orthis, Spirifer, Terebratula, Posidonomya, Nucula, Sanguinolaria, Natica, Pleurotomaria, Trochus, Murchisonia, Euomphalus, Bellerophon, Clymenia, Goniatites, Orthoceratites, Cyrtoceras, Trilobites, Pterichthys, Coccosteus, Cephalaspis. Auch der älteste Saurier Telerpeton ist in den englischen Ablagerungen dieser Periode gefunden worden. Einige Landpflanzenreste hat man ebenfalls darin aufgefunden.

Der umstehende Holzschnitt (S. 92), welcher aber zugleich silurische Formen enthält (z. B. d), stellt beispielsweise einige Arten der vorgenannten Genera dar.

316. Woraus besteht die silurische Grauwackenformation?

Aus ganz ähnlichen Gesteinsbildungen wie die devonische. Thonschiefer und Kalkstein herrschen darin oft ganz vor.



Versteinerungen der Grauwackengruppe:

a Goniatites convolvens, *b* Spirifer speciosus, *c* Leptaena depr
d Catenipora escharoides, *e* Cyathophyllum flexuosum, *f* Or
ceratites regularis, *g* Paradoxides Bohemicus, *h* Calymene Blu
bachii, *i* Clymenia inaequistriata.

317. Woher hat sie ihre Benennung erhalten?

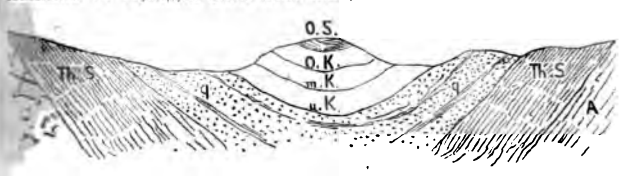
Von einer Gegend im westlichen England, welche einst das Königreich der Silurier bildete. Dort erkannte man die Formation zuerst als selbständigen Theil der Grauwackengruppe.

318. Welches ist die gewöhnliche Gliederung dieser Formation?

Diese ist wieder sehr verschieden in den einzelnen Gegenden des sehr großen Verbreitungsgebietes. Im böhmischen Becken, wo die silurische Grauwacke besonders entwickelt und genau bekannt ist, unterschied man folgende Abtheilungen:

a) Oberster Schiefer, weiche Thonschiefer mit Quarzschiefer wechselnd;
b) Oberer Kalkstein, von Thonschiefer durchwebt, entsprechend den oberen Ludlow-Gesteinen in England;
c) Mittlere Kalksteine, meist hellfarbig, von Thon durchzogen, entsprechend den Aymestry- und unteren Ludlow-Gesteinen in England;
d) Unterer Kalkstein, dunkel, bituminös, und mit schwarzen Schiefern verbunden, entsprechend den Wenlock-Kalksteinen und -Schiefern in England;
e) Quarzite mit Thonschiefern wechselnd, dem Caradoc-Sandstein in England entsprechend.

Die nachfolgende Abbildung stellt die Gliederung und Lagerung der silurischen Formation im böhmischen Becken etwas idealisirt dar.



G. Granit. Th. Thonschiefer. q. Quarzite mit Thonschiefer wechselnd.
u. K. Unterer Kalkstein. m. K. Mittlerer Kalkstein. o. K. Oberer Kalkstein.
o. S. Oberer Schiefer. A. Aeltester Schiefer.

319. Wo kennt man sonst noch silurische Ablagerungen?

In den Sudeten, im Voigtland, im östlichen Thüringer Wald, im östlichen Harz, in den östlichen Alpen, in Frankreich

und Spanien, in Irland und Schottland, in Norwegen, in Schweden, in den russischen Ostseeprovinzen, im Ural, und sehr verbreitet in Nordamerika, wo man besonders viele bestimmte Unterabtheilungen unterschieden hat.

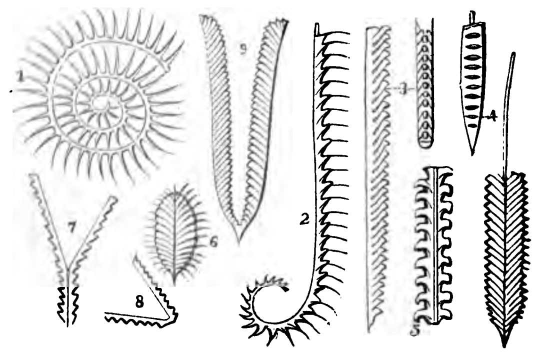
320. Sind besondere Parallelbildungen bekannt?

Es verhält sich damit gerade so wie mit den devonischen Ablagerungen.

321. Welches sind die charakteristischen Versteinerungen der Silurformation?

Wieder lauter Ueberreste von Meeresthieren, besonders aus den Geschlechtern: Graptolithes, Catenipora, Calamopora, Cyathophyllum, Cyathocrinites, Lingula, Terebratula, Pentamerus, Orthis, Spirifer, Orthoceratites und Trilobites. In den Ostseeprovinzen hat man auch viele Fischreste darin gefunden, aber noch nirgends solche von höheren Wirbelthieren.

Die nachfolgende Abbildung stellt einige für die Silurformation besonders charakteristische Graptolithen dar.



1) Rastrites peregrinus.
2) Graptolithes Sedgwicki.
3) Graptolithes priodon.
4) Diplograpsus pristis.
5) Diplograpsus nodosus.
6) Diplograpsus folium.
7) Diplograpsus ramosus.
8) Didymograpsus sextans.
9) Didymograpsus Murchisonae.

Alle aus der untern Abtheilung der Silurformation.

322. Woraus bestehen die Ablagerungen der cambrischen Formation?

Vorherrschend aus Thonschiefer mit untergeordneten Einlagerungen von Quarzschiefer, Kieselschiefer, Alaunschiefer, Sandstein und Kalkstein oder Dolomit.

323. Woher stammt die Benennung?

Aus England, wo man in einer Gegend, die in alter Zeit von den Cambriern bewohnt wurde, zuerst die immer noch etwas zweifelhafte Selbständigkeit einer solchen ältesten Sedimentärformation zu erkennen glaubte. In Nordamerika hat man dergleichen vorsilurische Ablagerungen z. Th. taconisch oder huronisch genannt.

324. Zeigt die cambrische Formation eine regelmäßige Gliederung?

Nein! man rechnet dazu alle noch nicht vollständig metamorphisirten Sedimentärgebilde, welche älter als die Silurformation sind, ohne daß sich eine speciellere Uebereinstimmung derselben erkennen läßt.

325. Enthält die cambrische Formation charakteristische Versteinerungen?

Man findet darin überhaupt nur sehr selten, und gewöhnlich nur undeutliche organische Reste, doch hat man auch Fucoiden, Graptolithen, Lingula-Arten und Trilobiten-Reste in dergleichen ältesten, noch nicht ganz in krystallinischen Schiefer umgewandelten Ablagerungen entdeckt.

326. Sind die Ablagerungen dieser Periode gegen die noch älteren metamorphischen Gesteine scharf abgegrenzt?

Nein, sie gehen ganz allmählich in dieselben über; auch hat man neuerlich zwischen ganz krystallinischen Schiefern noch einzelne Schichten gefunden, welche Spuren von Organismen enthalten, wodurch eine Art Verbindung derselben mit den deutliche Versteinerungen enthaltenden Ablagerungen bewirkt ist.



327. Was für organische Spuren sind das?

Schon längst kannte man zwischen Gneiß und Glimmerschiefer Graphitlager, welche offenbar durch Umwandlung von Pflanzensubstanz entstanden sind. Darin lassen sich allerdings keine deutlichen organischen Formen mehr erkennen. Neuerlich fand man aber zuerst in Canada, dann auch in Schottland, Böhmen und Bayern in mit Serpentin verbundenem körnigem Kalkstein erkennbare Schalenreste von kleinen Foraminiferen, die man wegen ihres sehr hohen Alters Eozoon genannt hat. Doch ist der organische Ursprung dieser Formen neuerlich sehr zweifelhaft geworden.

Siebenter Abschnitt.

Ueber die metamorphischen Formationen.

328. Woraus bestehen die metamorphischen Formationen?

Aus vielfachen Wechsellagerungen von krystallinischen Schiefergesteinen, wie Gneiß, Glimmerschiefer, Phyllit u. s. w. mit untergeordneten Einlagerungen von körnigem Kalkstein, Dolomit, Quarzit, Eisenstein, Graphit u. s. w.

329. Wie glaubt man, daß die metamorphischen Gesteine entstanden seien?

Durch Umwandelung aus sedimentären.

330. Wodurch unterscheiden sie sich von denen, die man sedimentäre nennt?

Durch ihre ganz vorherrschend krystallinische, meist zugleich schiefrige Textur; durch das Auftreten anderer Mineralien als wesentliche Gemengtheile in ihnen, als in den unveränderten vorzukommen pflegen, und durch den Mangel an erkennbaren Versteinerungen.

331. Welche Mineralien kommen in ihnen als wesentliche Gemengtheile vor, die den sedimentären gewöhnlich fehlen?

Z. B. Feldspath, Hornblende, Schörl, Talk, Chlorit und Glimmer in krystallinischer Verwachsung.

332. Durch welche Umstände könnte eine solche Umwandlung bewirkt worden sein?

Durch den Druck und Luftabschluß in Folge darüber liegender Gesteine, durch erhöhte Temperatur und durch Wasser, welches unter hohem Druck auch bei sehr hoher Temperatur darin bleiben und wirken konnte.

333. Wodurch kann ihre Temperatur erhöht worden sein?

Durch Senkung und starke Bedeckung, in einzelnen Fällen vielleicht auch durch Einwirkung durch sie aufsteigender Eruptivgesteine.

334. Nehmen diese metamorphischen Gesteine stets eine bestimmte Stelle in der festen Erdkruste ein?

Sie finden sich in der Regel relativ unter den gar nicht, oder doch nicht so merkbar umgewandelten Sedimentärgesteinen. Doch finden sich ausnahmsweise — vielleicht durch Ueberstürzungen — solche auch über und zwischen denselben.

335. Kann man daraus auch auf ihr relatives Alter schließen?

Jawohl; sie müssen danach in der Regel älter sein als die nicht umgewandelten Sedimentärgesteine, doch folgt daraus noch nicht, daß auch ihre Umwandelung früher erfolgt sei als die Ablagerung der sie bedeckenden Sedimentärgesteine; diese dürfte im Gegentheil gewöhnlich erst nach ihrer Ueberlagerung erfolgt sein.

336. Sind sie gegen die Sedimentärgesteine scharf abgegrenzt?

Nein! sie bilden Uebergänge in dieselben.

337. Wie kommt das wohl?

Die älteren Sedimentärgesteine ~~sind meist~~ selbst schon in gewissem Grade umgewandelt. Die Verschiedenheit ist daher

überhaupt nur eine relative, eine solche des Grades der Umwandlung. Man pflegt aber den Ausdruck metamorphisch erst dann anzuwenden, wenn die Umwandelung bis zur Unkenntlichkeit des ursprünglichen Zustandes vorgeschritten ist.

338. Wodurch giebt sich der Anfang der Umwandelung bei den noch deutlich sedimentären Gesteinen zu erkennen?

Durch Verdichtung oder Festerwerden der Masse, durch Aenderungen der Textur z. B. durch Schiefrigwerden, durch Anfänge von Krystallisation der Gemengtheile, oder auch durch gewisse chemische Aenderungen der Zusammensetzung.

339. Welche Beispiele lassen sich für diese Anfänge der Umwandelung anführen?

Mehrere deutliche Umwandelungsreihen lassen sich bezeichnen. Der frisch abgelagerte Thonschlamm ist stets weich und plastisch; durch langes Liegen unter starker Bedeckung ist er allmählich immer fester geworden, hat seine Plasticität verloren, und dafür eine immer deutlichere Schiefertextur angenommen; so ist aus weichem Thonschlamm allmählich Schieferthon und fester Thonschiefer geworden. Aus Torf oder anderen Pflanzenanhäufungen sind unter lange dauernder Einwirkung von Druck und Luftabschluß allmählich bituminöse Braunkohlen, aus diesen die bitumenärmeren Steinkohlen, und daraus die fast bitumenfreien Anthrazite hervorgegangen. Das letzte Resultat dieser Umwandelung ist wahrscheinlich Graphit, der sich zwischen krystallinischen (echt metamorphischen) Schiefergesteinen vorfindet. Aehnliche Umwandelungsreihen erkennt man bei den meisten Sedimentärgesteinen.

340. Danach würden also doch die Sedimentärgesteine dem Alter nach unter sich verschieden, d. h. die älteren mehr umgewandelt sein als die neueren?

Unter übrigens gleichen Umständen findet allerdings ein solcher Altersunterschied sehr allgemein statt, aber die Umstände ... nicht überall gleich; nicht alle Ablagerungen wurden glei...

stark bedeckt, oder blieben gleich lange einer solchen Bedeckung, und somit plutonischen Einwirkung, ausgesetzt. Deshalb entspricht der Umwandelungsgrad nicht immer dem Alter. Die gleiche Umwandelung ist zuweilen schneller, zuweilen langsamer eingetreten, hat daher an manchen Orten sehr neue Ablagerungen schon in den Zustand versetzt, in welchem man an anderen Orten weit ältere findet.

341. Hat dieser Umwandelungsproceß auch noch durch andere Umstände, als durch die Bedeckung, Beschleunigungen erfahren?

Allerdings; auch die Berührung mit in hoher Temperatur aus dem Erdinnern emporgedrängten Eruptivgesteinen hat durch „Contactmetamorphose" locale Beschleunigungen der Umwandelung bewirkt.

342. Welche zum Beispiel?

Braunkohlen sind an den Grenzen durchsetzender Basaltmassen in eine Art Anthrazit umgewandelt, dichter Kalkstein ist an solchen Grenzen krystallinisch-körnig geworden u. s. w.

343. Sonach sind also einige der Gesteine, welche zu den sedimentären gehören, eigentlich nie in dem Zustande entstanden, in welchem sie gefunden werden?

Allerdings; z. B. Anthrazit, Steinkohle und Braunkohle, Thonschiefer, fester Sandstein, körniger Kalkstein oder Dolomit u. s. w. sind höchst wahrscheinlich nie ursprünglich als solche gebildet worden, sondern sie gehören, genau genommen, alle schon zu den durch Umwandelung entstandenen Gesteinen; man rechnet sie aber noch nicht in die Classe der metamorphischen, weil man ihren Urzustand noch ganz deutlich erkennen kann.

344. Läßt sich für die im engeren Sinne metamorphisch-krystallinischen Schiefergesteine ihr Urzustand nicht erkennen oder nachweisen?

Obwohl für ihre Gesammtheit der sedimentäre Ursprung unzweifelhaft ist, so ist es doch oft sehr schwierig, oder sogar

unmöglich, für alle einzelnen metamorphischen Gesteine den Urzustand nachzuweisen.

345. **Bei welchen ist das besonders schwierig?**

Beim Gneiß, Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer und Granulit.

346. **Läßt sich auch nicht ungefähr ihr wahrscheinlicher Urzustand bezeichnen?**

Ungefähr allerdings; es ist z. B. wahrscheinlich, daß der meiste Gneiß und Granulit aus thonig-sandigen und zugleich kalihaltigen Ablagerungen hervorgegangen ist; Chloritschiefer und Talkschiefer aus ähnlichen Ablagerungen unter Zutritt von Talkerde; Hornblendeschiefer aus etwas kalkerdehaltigen, thonig-sandigen Ablagerungen u. s. w. Nur genau kann man die ursprünglichen Gesteinzustände, so wie die Vorgänge der Umwandelung, noch nicht speciell nachweisen.

347. **Woraus schließt man überhaupt, daß sie durch eine solche Umwandelung entstanden sind?**

Aus ihren gegenseitigen Wechsellagerungen und untergeordneten Einlagerungen, welche ganz analogen Wechsellagerungen und untergeordneten Einlagerungen deutlicher, noch nicht auffallend umgewandelter Sedimentärgesteine entsprechen; so wie aus ihrer allgemeinen Stellung oder Lage in der festen Erdkruste, und endlich aus dem allmählichen Uebergange in minder stark umgewandelte Gesteine.

348. **Lassen sich noch andere Gründe dafür anführen?**

Zwischen den ganz metamorphischen Gesteinen, wie z. B. Gneiß und Glimmerschiefer, kommen zuweilen auch noch einzelne Schichten vor, welche minder stark verändert sind, und welche sogar erkennbare Versteinerungen enthalten.

349. **Weshalb könnten diese Schichten im Umwandelungsgrad hinter den anderen sie einschließenden zurückgeblieben sein?**

Vielleicht wegen ihrer etwas abweichenden, zur Umwandelung nicht so geeigneten Zusammensetzung.

350. Bilden die metamorphischen Gesteine unter sich eine regelmäßige Reihenfolge?

Nein; sie wechseln sehr unregelmäßig mit einander ab, gerade so, wie man es erwarten muß, wenn sie aus sedimentären Ablagerungen hervorgegangen sind.

351. Man kann also wohl auch bei ihnen das Alter nicht aus dem Zustand erkennen?

Mit Sicherheit durchaus nicht; nur ist es wahrscheinlich, daß durchschnittlich die mehr krystallinischen (stärker umgewandelten), unter übrigens gleichen Umständen, die älteren sind.

352. Wie läßt sich also ihr relatives Alter bestimmen?

Nur durch ihre Lagerung, vorausgesetzt, daß sie ursprünglich als Schichten übereinander gelagert wurden, und daß ihre gegenseitige Stellung nicht durch spätere Vorgänge gänzlich verändert worden ist.

353. Kann man aus der Beschaffenheit allein schon ganz sicher erkennen, daß ein Gestein zu den metamorphischen gehöre?

Nein; es ist z. B. leicht möglich, daß mancher Gneiß oder Granulit eruptiver Entstehung ist (als etwas schiefriger Granit); anderer könnte möglicherweise ein Ueberrest der ersten Erstarrungskruste des Erdkörpers sein. Es ist ferner umgekehrt auch möglich, daß mancher Granit, Porphyr, Syenit oder Grünstein zu den metamorphischen Gesteinen gehört, ohne bei der Umwandlung schiefrige Textur angenommen zu haben. Darüber läßt sich immer wieder nur aus den besonderen Lagerungsverhältnissen urtheilen.

354. Somit wäre also auch zwischen den eruptiven und metamorphischen Gesteinen keine scharfe und feste Grenze zu ziehen?

Nein; es ist sogar möglich, daß einige Gesteine bei ihrer Umwandelung einigermaßen erweicht, und in diesem erweichten Zustande zwischen andere eingepreßt wurden, so daß sie sich auch nach ihrer Lagerung ganz wie Eruptivgesteine verhalten. Für



körnige Kalksteine kann man das beinahe sicher nachweisen, aber auch bei Gneiß, Granulit u. s. w. könnte dieser Fall eingetreten sein.

Achter Abschnitt.

Ueber die Eruptivgesteine.

355. Woraus bestehen die Eruptivgesteine?

Aus krystallinisch-körnigen, porphyrartigen, dichten, glasigen, blasigen oder mandelsteinartigen Mineralaggregaten, wie z. B. Granit, Quarzporphyr, Basalt u. s. w.

356. Aus welchen Mineralien sind sie vorherrschend zusammengesetzt?

Aus verschiedenen Feldspathspecies, Quarz, Glimmer, Chlorit, Talk, Hornblende, Augit, Leuzit, Nephelin, Olivin u. s. w.

357. Welche Stellung nehmen die Eruptivgesteine in der festen Erdkruste ein?

Sie finden sich ohne regelmäßige Lagerungsverhältnisse zwischen den sedimentären und metamorphischen.

358. In welchen Formen treten sie zwischen denselben auf?

Theils in ganz unregelmäßiger Gestalt, theils als Ausfüllungen von Spalten, in sogenannten Gängen, die aber auch parallel der Schichtung oder Schieferung verlaufen, und dann wie Lager aussehen können.

359. Wodurch erklärt man diese Art des Vorkommens?

Durch ihr gewaltsames Empordringen aus dem Erdinnern in einem noch weichen Zustande, und darauf folgendes Erhärten in den Räumen die sie einnahmen. Sie können aber bei ihrer Eruption auch übergeflossen, und wie Lavaströme als übergeflossene Decken an der Erdoberfläche erstarrt sein.

360. Wie denkt man sich ihren einst weichen Zustand?

Bei einigen, z. B. bei den basaltischen Gesteinen, war es unzweifelhaft ein heissflüssiger Zustand, wie noch jetzt bei den Laven der thätigen Vulcane; bei anderen, z. B. beim Granit, könnte vielleicht eine Modification stattgefunden haben; es ist das aber noch nicht so unzweifelhaft erwiesen.

361. In welcher Art könnte möglicher Weise der weiche Zustand der Granite von dem der Laven verschieden gewesen sein?

Z. B. durch einen heißwässerig-flüssigen Zustand unter hohem Druck; doch ist eine solche Annahme ebenfalls nicht erwiesen, sondern nur in manchen Fällen einigermaßen wahrscheinlich.

362. Sprechen noch andere Umstände, außer ihrer Lagerungsweise, für die eruptive Entstehung dieser Gesteine?

Ja! die gewaltsamen Störungen der regelmäßigen Lagerungsverhältnisse ihrer Nachbargesteine, von denen sie zuweilen begleitet sind, die Bruchstücke derselben, die sie an ihren Grenzen einschließen, und selbst die chemischen oder Aggregations-Veränderungen, die sie manchmal an ihren Grenzen hervorgebracht haben.

363. Unterscheiden sich die älteren Eruptivgesteine wesentlich von den neueren?

Es scheint so, ist aber in Wirklichkeit wahrscheinlich gar nicht der Fall.

364. Welche Eruptivgesteine scheinen die älteren, welche die jüngeren zu sein?

Die plutonischen erscheinen älter als die vulcanischen; z. B. Granit, Granitporphyr, Quarzporphyr, Syenit, Diorit, Diabas, Gabbro und Glimmerporphyr sind, wo man sie beobachtet hat, stets älter als Basalt, Dolerit, Trachyt, Trachytporphyr und Phonolith.

365. Kann man daraus sicher schließen, daß jene wirklich nur einer früheren, diese nur einer späteren Bildungsperiode angehören?

Das kann man nicht, denn es ergiebt sich aus den Beobachtungen zugleich, daß man von jenen plutonischen niemals die

ursprüngliche Bildungsoberfläche beobachtet, was bei den vulcanischen sehr oft der Fall ist.

366. Welchen Einfluß hat das auf den Schluß über ihr Altersverhältniß?

Es ist leicht möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß jene nur in der Tiefe: plutonisch, diese aber mehr, oder ganz an der Oberfläche: vulcanisch, entstanden.

367. Aber wie hängt das mit der Altersbestimmung zusammen?

Wenn es sich so verhält, so kann man jene — die plutonischen Eruptivgesteine — nur da beobachten, wo sie durch spätere Erhebung und Abschwemmung freigelegt wurden, welche Freilegung aber stets viel Zeit in Anspruch genommen haben wird, so daß man folglich nur die alten plutonischen Gesteine beobachten kann, nicht diejenigen, welche im Erdinnern vielleicht noch jetzt entstehen; während die vulcanischen sogleich bei oder kurz nach ihrer Entstehung beobachtbar sind, also auch die allerneuesten.

368. Gehören die beobachtbaren plutonischen Gesteine derselben Art alle derselben Bildungsperiode an?

Nein! man kennt Granite, Syenite, Diorite u. s. w. von sehr ungleichem Alter, z. B. solche, welche entschieden älter sind als die ältesten Grauwackenbildungen; andere, welche neuer sind als devonische Ablagerungen, aber älter als das Rothliegende, und noch andere, welche entschieden neuer sind als Ablagerungen der Juraformation.

369. Zeigen die plutonischen Gesteine auch unter sich gegenseitig keine constanten Altersverhältnisse?

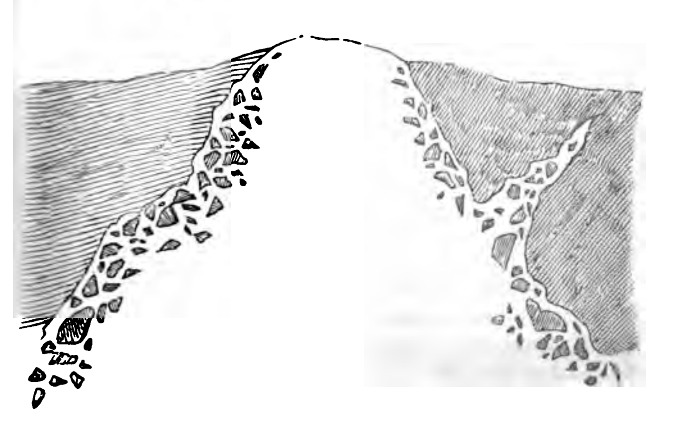
Auch das nicht; manche Granite sind älter als Syenit, Diorit, Diabas oder Gabbro, manche jünger als diese Gesteine; manche Quarzporphyre sind älter als gewisse Granite, viele sind dagegen jünger u. s. w.

370. Wodurch erkennt man diese gegenseitigen Altersverhältnisse der Eruptivgesteine?

Hauptsächlich durch ihre gegenseitigen Durchsetzungen, Gang-

Die nachstehenden beiden Abbildungen mögen dergleichen Durchsetzungen und Einschlüsse von Bruchstücken versinnlichen.

Jüngere Granitgänge im älteren Granit bei Heidelberg.



Massenhafte Durchsetzung eines Eruptivgesteins und Bruchstücke des Durchsetzten in demselben, welche an der Grenze eine Reibungsbreccie bilden.

bildungen des einen Gesteins im anderen; dann aber auch aus den Bruchstücken, die sie zuweilen einschließen, und welche von älteren dergleichen Gesteinen herrühren.

371. Verhält es sich mit den vulcanischen Eruptivgesteinen eben so?

Ganz eben so. Nur ergiebt sich für sie auch noch das gleiche Resultat an den Laven der thätigen Vulcane, wovon einige zu den trachytischen, andere zu den basaltischen Gesteinen gehören, und bei übergeflossenen Laven kann man das verschiedene Alter auch aus ihrem Uebereinanderhinwegfließen erkennen.

372. Finden sich die trachytischen und basaltischen Gesteine nur an thätigen Vulcanen?

Durchaus nicht blos an diesen; sie bilden vielmehr sehr häufig isolirte oder zusammengruppirte Kegelberge ohne Krater und Lavaströme, in Gegenden wo die vulcanische Thätigkeit längst erloschen ist.

373. Kann man aber aus ihrer Anwesenheit auf frühere vulcanische Thätigkeit in diesen Gegenden schließen?

Ja! diese Thätigkeit scheint überhaupt während aller geologischen Zeiträume sehr häufig den Ort gewechselt zu haben.

374. Lassen sich die eruptiven Gesteine auch noch in anderer Beziehung eintheilen, oder in ungleiche Gruppen vereinigen?

Sie bildeten, wie schon im fünften Abschnitt gezeigt wurde, nach ihrem größeren oder geringeren Kieselerdegehalt zwei Hauptgruppen, die jedoch nicht ganz scharf von einander zu trennen sind.

375. Welche Gesteine gehören zu der kieselarmen Gruppe?

Ganz besonders: Basalt, Dolerit, Diorit, Diabas, Gabbro, Glimmerporphyrit und Hornblendeporphyrit mit allen ihren vielerlei Texturvarietäten.

376. Welche Gesteine gehören zu der kieselreichen Gruppe?

Ganz besonders: Trachyt, Granit, Granitporphyr und Quarzporphyr mit ihren vielerlei Texturvarietäten.

377. Sind die einzelnen kieselarmen Eruptivgesteine ihrer Zusammensetzung nach sehr von einander verschieden?

Sie bestehen beinahe alle wesentlich aus demselben Material, welches sich in den einzelnen nur etwas ungleich entwickelt hat. Ihre Unterschiede sind z. Th. nur Texturunterschiede, welche von ungleich schneller Abkühlung herrühren mögen, z. Th. dagegen sind es sehr kleine, fast unwesentliche mineralogische Verschiedenheiten. Die einen enthalten Hornblende, die anderen Augit, die einen vorherrschend diese, die anderen jene Feldspathspecies, Nephelin, Leucit u. dergl., und dazu kommen noch einige ungleiche accessorische Beimengungen, wie Olivin, Chlorit u. s. w. Für alle ist es charakteristisch, daß sie keinen Quarz als ursprünglichen wesentlichen Gemengtheil enthalten.

378. Ist das gegenseitige Verhalten der kieselreichen Eruptivgesteine ein ähnliches?

Ja, ein durchaus analoges; auch ihr Material ist fast gleich; ihre Verschiedenheiten sind nur solche der Textur, oder ganz unwesentliche der sie zusammensetzenden Mineralspecies. Für alle ist der ursprüngliche Quarzgehalt charakteristisch, obwohl es viele Trachyte giebt, in welchen man dessen Beimengung nur schwer erkennen kann.

379. Giebt es auch Zwischen- oder Uebergangsstufen zwischen diesen beiden Gruppen?

Der Syenit, welcher vollständig in Granit übergeht, ist z. B. eine solche Zwischenbildung. Es giebt Syenit ganz ohne Quarz, der meiste enthält aber etwas Quarz; nimmt dieser Quarzgehalt zu und gesellt sich dazu gewöhnlich auch noch Glimmer, so ist der Uebergang in Granit fertig; man nennt das Gestein dann auch wohl Syenit-Granit. In ähnlicher Weise geht Glimmerporphyrit in Granitporphyr, Diorit in quarzhaltigen Diorit über, u. s. w.

380. Unterscheiden sich die beiden Gruppen durch allgemeine Eigenthümlichkeiten von einander?

Im Allgemeinen sind die kieselarmen Gesteine im frischen Zustande dunkler gefärbt als die kieselreichen. Die kieselarmen sind ferner weit häufiger blasig oder mandelsteinartig als die

kieselreichen; letztere sind häufiger glasartig als erstere, die dagegen sich öfter im einfach dichten Zustande finden.

381. **Sind ihre Lagerungsverhältnisse verschieden?**

In dieser Beziehung ist keine allgemeine Verschiedenheit der kieselarmen und kieselreichen Gesteine bekannt.

382. **Wie läßt sich diese Ungleichheit der Eruptivgesteine, diese Spaltung in eine kieselarme und kieselreiche Gruppe, erklären?**

Man kennt noch keine völlig befriedigende Erklärung dafür, aber auch bei den Laven der thätigen Vulcane zeigt sich derselbe Unterschied; sie bestehen theils aus kieselarmen Gesteinen, so die basaltischen oder Augitlaven, theils aus kieselreichen, so die trachytischen oder Feldspathlaven.

383. **Läßt sich an den Vulcanen nicht überhaupt viel Aufklärung über die Entstehung der Eruptivgesteine gewinnen?**

Allerdings; wir werden das in einem besonderen Abschnitt besprechen.

Neunter Abschnitt.

Ueber die besonderen nutzbaren Lagerstätten.

384. **Wodurch unterscheiden sich die besonderen nutzbaren Lagerstätten von den Gesteinen?**

Dadurch, daß sie einen räumlich viel geringeren Antheil an der Zusammensetzung der festen Erdkruste nehmen, immer nur unter besonderen Umständen entstanden sind, und zum Theil aus nicht so regelmäßigen oder constanten Mineralverbindungen bestehen, als die weitverbreiteten Gesteine.

385. **In welchen Formen pflegen sie aufzutreten?**

In sehr verschiedenen Formen:

1) als regelmäßige Lager oder Flötze,

2) als Spaltenausfüllungen oder Gänge,

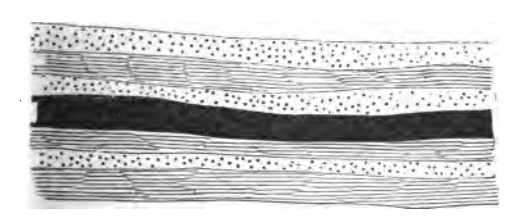
3) als unregelmäßige Massen oder sogenannte Stöcke, und endlich

4) als bloße Imprägnationen von Gesteinen.

386. Was versteht man unter einem Lager?

Eine Schicht, oder die innige Verbindung mehrerer Schichten, deren Masse übereinstimmt, aber wesentlich von der der einschließenden Schichten abweicht.

In nachstehender Abbildung stellt der schwarze Streif den Durchschnitt eines solchen Lagers (etwa eines Kohlenlagers) zwischen anderen Schichten dar.



387. Wie nennt man diese einschließenden Schichten?

Die darüberliegenden das Hangende, die darunter liegenden das Liegende des Lagers.

388. Was versteht man unter einem Gange?

Die Ausfüllung einer Spalte.

389. Gehören alle Gänge zu den besonderen nutzbaren Lagerstätten?

Nein! es giebt auch viele Spaltenausfüllungen oder Gänge, welche aus gewöhnlichen Gesteinen, wie Granit, Porphyr, Basalt u. s. w., bestehen.

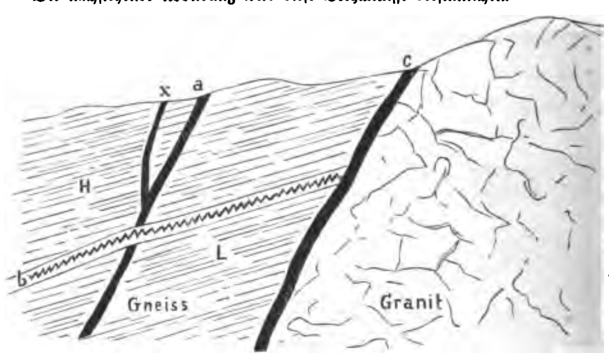
390. Wie nennt man die Gebirgsmasse, welche einen Gang einschließt, in welchem also die ausgefüllte Spalte sich gebildet hat?

Das Nebengestein des Ganges, und zwar, wenn der Gang nicht eine senkrechte Spalte ausfüllt, das darüber liegende wieder das Hangende, das unterliegende das Liegende.

391. Unterscheidet man nach dem Vorkommen besondere Arten von Gängen?

Diejenigen Spaltenausfüllungen, welche der Schieferung oder Schichtung des Nebengesteins parallel verlaufen, nennt man Lagergänge, weil sie Lagern sehr ähnlich sind; diejenigen dagegen, welche auf der Grenze zweier ungleicher Gesteine verlaufen, Contactgänge; alle übrigen, welche Gesteine nach verschiedenen Richtungen durchsetzen, sind überhaupt Gänge.

Die nachstehende Abbildung wird diese Verhältnisse versinnlichen.



a) ist ein gewöhnlicher Gang.
b) ein Lagergang, der der Schieferung des einschließenden Gneißes parallel streicht und fällt.
c) ein Contactgang an der Grenze zwischen Gneiß und Granit.
x) ein Ausläufer oder hangendes Trum des Ganges a.
H) ist das Hangende für die Gänge a und b.
L) ist das Liegende für die Gänge a und b.

392. Was versteht man unter einem Stock oder einer stockförmigen Masse?

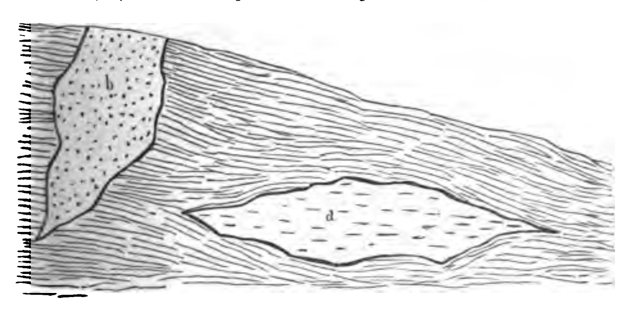
Solche besondere Gesteinsbildungen oder Lagerstätten, deren Formen ganz unregelmäßige sind, während sie dabei noch ziemlich scharfe Umgrenzungen zeigen.

393. Unterscheidet man der Form nach verschiedene Arten von stockförmigen Massen?

Man unterscheidet zunächst liegende und stehende Stöcke. Erstere sind mit ihren größten Ausdehnungen der Schieferung

oder Schichtung des Nebengesteins ungefähr parallel, und werden deshalb auch wohl Lagerstöcke genannt; letztere durchschneiden die Schieferung oder Schichtung, oder sind wenigstens ganz unabhängig von der Textur und Lagerung des einschließenden Gesteins, und werden deshalb auch wohl Gangstöcke genannt; außerdem rechnet man zu den stockförmigen Massen auch noch rundliche Körper von unregelmäßiger Form, welche unter besonderen Umständen: Nieren, Nester, Butzen, Racheln, Höhlenausfüllungen u. s. w. genannt werden.

In nachstehender Abbildung stellt a einen liegenden, b einen stehenden Stock dar.



394. Was versteht man unter Imprägnation?

Das locale Vorkommen von besonderen Mineralien, z. B. von Erzen, innerhalb gewöhnlicher Gesteine, ohne scharfe Umgrenzung.

395. Unterscheidet man verschiedene Arten von Imprägnationen?

Man unterscheidet z. B. selbständige und unselbständige Imprägnationen; unter ersteren versteht man diejenigen, welche für sich allein, ohne Verbindung mit anderen besonderen Lagerstätten auftreten, unter letzteren dagegen diejenigen, welche Lager, Gänge oder Stöcke an ihren Grenzen begleiten. Außerdem kann man aber auch der Form nach noch lagerförmige, gangförmige und stockförmige Imprägnationen unterscheiden.

396. Woraus bestehen die besonderen nutzbaren Lagerstätten?

Aus solchen Mineralverbindungen, von denen Seite 40 eine Anzahl von Beispielen angeführt worden ist.

397. Welches sind die für den Menschen wichtigsten dieser besonderen Lagerstätten?

Die Erzlagerstätten, die Steinsalzlagerstätten und die Kohlenlager. Außerdem kommen aber auch noch einige für die Technik wichtige Mineralien oder Gesteine in besonderen Lagerstätten vor.

Erzlagerstätten.

398. Was versteht man unter Erzlagerstätten?

Locale Anhäufungen von Erzen, d. h. von solchen Mineralien, aus denen man Metalle gewinnen kann.

399. In welcher Form treten die Erzlagerstätten am häufigsten auf?

Am häufigsten als Gänge, doch findet man sie auch als Lager, Stöcke und Imprägnationen, und unterscheidet demnach: Erzgänge, Erzlager, Erzstöcke und Erzimprägnationen.

400. Bestehen diese nur aus Erzen?

Gewöhnlich sind darin die metallhaltigen Mineralien oder Erze mit anderen, nicht metallhaltigen Mineralien gemengt, die man Gangarten oder Lagerarten zu nennen pflegt.

401. Welches sind die am häufigsten vorkommenden Erzarten der Metalle?

Das Gold kommt am häufigsten gediegen vor, entweder in sichtbaren Partien, Körnern oder Krystallen, oder unsichtbar fein in Schwefelkies, Arsenkies u. s. w. eingemengt.

Das Silber findet sich gediegen, und vererzt im Glaserz, Weißgiltigerz, Rothgiltigerz, Miargirit, Eugenglanz u. s. w., so wie fein vertheilt in Bleiglanz, oder in Kiesen.

Das Kupfer kommt gediegen vor, und vererzt im Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Malachit, Kupferlasur, Fahlerz u. s. w.

Das Blei gewinnt man aus Bleiglanz, Weiß-, Gelb-, Grün- und Rothbleierz u. s. w.

Das Zink wird am häufigsten aus Galmei (Zinkspath oder Zinksilicat), doch auch aus Zinkblende gewonnen.

Die wichtigsten Kobalterze sind: Speiskobalt und Glanzkobalt. Die wichtigsten Nickelerze, die gewöhnlich mit den genannten Kobalterzen zusammen vorkommen: Rothnickelkies, Weißnickelkies, Nickelarsenkies und Nickelantimonkies. Das wichtigste Zinnerz ist das Zinnoxyd.

Quecksilber kommt gediegen vor, oder als Zinnober, Amalgam u. s. w.

Platin findet sich nur gediegen, zum Theil mit anderen Metallen verbunden.

Das Eisen gewinnt man aus Spatheisenstein, Sphärosiderit, Bohnerz, Raseneisenerz, Brauneisenerz, Rotheisenerz und Magneteisenerz, die alle in verschiedenen Varietäten auftreten.

402. Welches sind die am häufigsten mit den Erzen verbundenen Gang- oder Lagerarten?

Von den vielen, mit Erzen zusammen vorkommenden Mineralien sind folgende die häufigsten: Quarz, Hornstein, Kalkspath, Braunspath, Manganspath, Schwerspath und Flußspath.

403. Kommen die verschiedenen Erzarten gewöhnlich zusammen oder getrennt vor?

Einige derselben finden sich in der Regel mit einander verbunden; so z. B. kommen gewöhnlich zusammen vor:

1) Bleiglanz mit Zinkblende, Schwefelkies, Kupferkies und Silbererzen.
2) Alle die verschiedenen Kupfererze mit Schwefelkies, und oft auch mit Zinkblende.
3) Die Kobalterze mit den Nickelerzen.
4) Zinnerz mit Wolfram u. s. w.

404. Nach welchem Princip pflegt man die Erzlagerstätten zu unterscheiden und zu benennen?

Zunächst nach den wichtigsten, oder werthvollsten, oder vorherrschend darin auftretenden Metallen; dann aber auch nach

ihrer Form. So unterscheidet man z. B. Goldgänge und Lager, Silbererzgänge, Lager, Stöcke und Imprägnationen, Kupfererzgänge, Lager, Stöcke und Imprägnationen u. s. w.

405. Kommen die Erzlagerstätten immer unter bestimmten Alters- oder Lagerungsverhältnissen in der festen Erdkruste vor?

Sie finden sich zwischen Gesteinen des verschiedensten Alters, sind jedoch mit gewissen Gesteinsarten häufiger als mit anderen verbunden.

406. Mit welchen Gesteinen sind sie am häufigsten verbunden?

Das ist ungleich, je nach ihrer eigenen Natur; so finden sich z. B. Zinnerze am häufigsten mit granitischen Gesteinen verbunden, Galmei am häufigsten mit dolomitischem Kalkstein, Kupfererze sehr häufig mit hornblendehaltigen Gesteinen u. s. w. Eine ganz bestimmte Regel läßt sich jedoch darüber nicht feststellen.

407. Pflegen die Erze in ihren Lagerstätten gleichmäßig vertheilt zu sein?

In den wirklichen Lagern ist das wohl oft der Fall, in den Gängen, Stöcken und Imprägnationen aber fast nie. In diesen wechseln vielmehr gewöhnlich reiche Stellen, sogenannte Erznester, gute Anbrüche oder Veredlungszonen, mit armen oder tauben, d. h. erzleeren Regionen, ab, so daß man fast nie die ganze Lagerstätte mit gleichem Nutzen, oder überhaupt mit Nutzen, gewinnen kann.

408. Was versteht man unter den sogenannten Seifenlagern?

Anschwemmungen von Geröllen, Sand, Lehm oder Schutt, welche Metall- oder Erzkörner enthalten, die aus Lagern, Gängen, Stöcken oder Imprägnationen ausgewaschen, und dann wieder abgelagert worden sind.

409. Welche Metalle oder Erze findet und gewinnt man vorzugsweise aus solchen Seifenlagern?

Platin, Gold und Zinnerz.

410. Warum gerade vorzugsweise nur diese?

Weil sie der mechanischen Zerstörung und chemischen Zersetzung am meisten widerstehen, und zugleich ein großes specifisches Gewicht haben, durch welches sie bei der Wiederablagerung durch Anschwemmung an bestimmten Stellen concentrirt wurden, während die meisten anderen Erze bei der Abschwemmung durch Wasser sich zersetzten und auflösten, oder in sehr kleine leichte Theile zerrieben wurden, die sich nicht so concentrirten.

411. Wie sind die Erzlagerstätten überhaupt entstanden?

Auf sehr verschiedene Weise. Die wirklichen Lager eben so wie die Schichten der Sedimentärgesteine durch Ablagerung aus Wasser; die Gänge, Stöcke und Imprägnationen meist wohl durch Krystallisationen aus wässerigen Lösungen, oder aus Dämpfen, welche die Erdkruste in Zerspaltungen durchdrangen.

Steinsalzlagerstätten.

412. Wie kommt das Steinsalz in der festen Erdkruste vor?

Gewöhnlich in Form von unregelmäßigen, stockförmigen Lagerstätten, seltener in regelmäßigen Schichten (Lagern) zwischen anderen sedimentären Gesteinen.

413. Findet es sich zwischen allen den verschiedenartigen Sedimentärgesteinen ohne Auswahl?

Nein! in der Regel liegt es zwischen thonigen, sandigen oder kalkigen Schichten, fast stets mit Gyps oder Anhydrit verbunden.

414. Tritt es zwischen den Ablagerungen aller Perioden, oder nur zwischen denen einiger auf?

Sein Vorkommen überhaupt scheint durchaus nicht auf bestimmte Bildungsperioden beschränkt zu sein, in jeder einzelnen Erdgegend findet es sich aber gewöhnlich nur in bestimmten Formationen.

415. In welchen zum Beispiel?

Im Gebiet der Karpathen bei Wieliczka, Szigeth, Maros-Uivar u. s. w. zwischen miocänen Sandsteinen; in Spanien (Cardonna) und in Algier wahrscheinlich zwischen Kreidebildungen;

in Deutschland und im Alpengebiet hauptsächlich in der Trias- und Dyasgruppe; in Rußland in der Permformation; in Nordamerika auch zwischen silurischen Ablagerungen.

416. Kann man die Anwesenheit von unterirdischen Steinsalzmassen aus gewissen Umständen an der Erdoberfläche vermuthen?

Allerdings! aus salzhaltigen Quellen, aus der Anwesenheit von Salzpflanzen, aus dem Vorkommen von Gyps und aus localen Bodensenkungen — sogenannten Erdfällen — kann man darauf schließen.

417. Wie stehen die letzteren damit in Beziehung?

Wo mächtige unterirdische Steinsalzmassen nach und nach ausgewaschen wurden, da sind dann durch Zusammenbrechen der Hohlräume häufig trichterförmige Bodensenkungen, sogenannte Erdfälle, entstanden; doch können diese ihre Ursache auch in anderen Auswaschungen haben.

418. Sind die Steinsalzmassen gewöhnlich sehr mächtig?

Meistentheils erreichen sie eine große Mächtigkeit, die oft mit ihrer horizontalen Verbreitung in gar keinem Verhältniß steht. Bei Wieliczka kennt man z. B. das Steinsalz gegen 100 m mächtig, bei Maros-Uivar noch weit mächtiger, und bei Staßfurth unweit Magdeburg ist es weit über 300 m mächtig gefunden worden.

419. Wie glaubt man, daß das Steinsalz entstanden sei?

Jedenfalls durch Ablagerung, Auskrystallisiren aus Meerwasser, welches bekanntlich ziemlich viel Chlornatrium aufgelöst enthält, und ihm wesentlich seine besonderen Eigenschaften verdankt. Auch findet man in einigen Steinsalzablagerungen noch erkennbare Meeresmuscheln.

420. Wird noch jetzt Steinsalz vom Meere abgelagert?

Allerdings! an den Küsten warmer Länder entstehen durch Verdunstung der von der Fluth in Vertiefungen zurückgelassenen Wassermassen mehr oder weniger dicke Salzkrusten, und darauf beruht auch die künstliche Gewinnung von Salz aus dem Meer

Die zuweilen bis über 300 m mächtigen Steinsalzlager müssen aber unter ganz besonderen Umständen in mehr oder weniger abgeschlossenen Meeresbuchten abgelagert worden sein.

421. Wie kommt es wohl, daß mit dem aus Chlornatrium bestehenden Steinsalz sehr oft auch andere Salze, wie z. B. Kalisalze, Gyps und Anhydrit, zusammen vorkommen?

Weil die Bestandtheile dieser Salze oder Gesteine ebenfalls im Meerwasser aufgelöst enthalten sind, und unter ähnlichen Umständen daraus auskrystallisiren.

Kohlenlager.

422. In welcher Form treten die Kohlen in der festen Erdkruste auf?

Als Lager (Flötze) zwischen sedimentären Ablagerungen; nur der Graphit auch zwischen metamorphischen Gesteinen.

423. Woraus sind sie entstanden?

Aus Anhäufungen von Pflanzentheilen, welche mehr oder weniger umgewandelt sind.

424. Sind alle fossilen Kohlenlager von gleicher Beschaffenheit?

Nein! Man unterscheidet abgesehen von der localen Reinheit und sonstigen Qualität: Torflager, Braunkohlenlager, Schwarzkohlenlager, Anthrazitlager, und endlich Graphitlager, welche letzteren aber, obwohl aus der reinsten Kohle bestehend, nicht brennbar sind.

425. Woraus bestehen die Torflager?

Aus noch deutlich erkennbarer Pflanzensubstanz, meist aus Sumpfmoosarten, welche die Eigenthümlichkeit besitzen, an nassen Stellen sehr dick übereinander zu wachsen, während die untersten Theile dieser oft sehr mächtigen Anhäufungen nicht verfaulen, sondern sich in die Torf genannte Substanz umwandeln.

426. Finden sich solche Torflager auch zwischen den Schichten älterer Ablagerungen?

In diesem Falle, d. h. wo sie mehrere Meter mächtig von anderen Schichten bedeckt wurden, sind sie in der Regel bereits

umgewandelt in Braunkohlen, Steinkohlen, Anthrazit, oder Graphit.

427. Sind alle diese letzteren Kohlenlager aus Torflagern oder ähnlichen Pflanzenanhäufungen entstanden?

Die meisten wahrscheinlich, manche aber auch aus zusammengeschwemmten Pflanzentheilen.

428. Wodurch unterscheiden sich die Braunkohlenlager von den anderen Kohlenlagern?

Vom Torf dadurch, daß sie dichter und bituminös geworden sind; von den Schwarzkohlen und dem Anthrazit dadurch, daß sie mehr Bitumen als diese enthalten, und beim Kritzen oder Zerreiben ein braunes Pulver geben. Der Graphit dagegen enthält gar kein Bitumen, und färbt ab wie Bleistift, brennt aber nicht.

429. Sind sie nicht auch ihrer geologischen Stellung und Lagerung nach verschieden von den anderen Kohlenlagern?

Gewöhnlich allerdings. Man findet sie in der Regel nur zwischen tertiären Ablagerungen, während die Steinkohlen- und Anthrazitlager zwischen älteren Schichten vorzukommen pflegen. Es sind jedoch Fälle bekannt, in welchen auch tertiäre Ablagerungen Schwarzkohlen enthalten, und man kennt sogar Braunkohlenlager, welche local durch Berührung von Basalten in Anthrazit (eine Art Koaks) umgewandelt sind.

430. Giebt es auch ältere als tertiäre Braunkohlenlager?

Manche Kohlenlager der Triasperiode (die Lettenkohlen) gehören zu den Braunkohlen, und selbst in Steinkohlenlagern kommen zuweilen vereinzelte Braunkohlentheile vor.

431. Sind die Braunkohlenlager alle unter einander gleich?

Nein! man unterscheidet nach ihrem Aschengehalt, Bitumengehalt, ihrer Textur und sonstigen Qualität z. B. erdige Braunkohle, dichte Braunkohle, Pechbraunkohle, bituminöses Holz oder Lignit, Blätterkohle oder Dysodil u. s. w.

432. Woher rühren diese Unterschiede?

Theils wohl von der ursprünglichen Verschiedenheit der umgewandelten Pflanzentheile und der Menge der bei der Ablagerung eingemengten erdigen Theile (Aschengehalt), theils aber auch von dem ungleichen Grade ihrer Umwandelung und Zusammenpressung.

433. Was versteht man unter der Bezeichnung Braunkohlenformation?

Die Gesammtheit der Schichten, welche mit Braunkohlenlagern zusammen vorkommen, und mit ihnen in einer Periode unter ähnlichen Umständen abgelagert worden sind.

434. Was für Schichten sind das gewöhnlich?

Thon, Sand und Sandstein, zuweilen auch Schieferthon, Mergelschiefer, Sphärosiderit u. s. w., seltener Kalkstein oder Stinkstein.

435. Gehört die Braunkohlenformation überall derselben Bildungsperiode an?

Man glaubte früher, daß das der Fall sei, und daß man somit durch diese Benennung nicht nur eine besondere Schichtengruppe, sondern zugleich ein bestimmtes geologisches Zeitalter bezeichnen könne. Dann hat sich aber ergeben, daß es Braunkohlenformationen von ziemlich verschiedenem Alter giebt, die allerdings meist der Tertiärperiode angehören. Man kennt jetzt z. B. allein aus der Tertiärperiode pliocäne, miocäne und eocäne Braunkohlenformationen.

436. Wodurch unterscheiden sich die Schwarz- oder Steinkohlen von den anderen Kohlenarten?

Von den Braunkohlen durch ihren geringeren Bitumengehalt, schwarzes Reibungspulver, und eine mehr steinartige Beschaffenheit, gewöhnlich auch durch ihr höheres geologisches Alter. Vom Anthrazit dagegen durch ihren, immer noch sehr bemerkbaren Bitumengehalt (sie verbrennen deshalb mit Flamme und Rauch), und durch geringeren Glanz.



437. Nehmen sie stets eine bestimmte Stelle in der Reihe der sedimentären Ablagerungen ein?

Man glaubte das früher, und unterschied deshalb eine besondere Steinkohlenbildungszeit, indem man meinte, daß alle Steinkohlen in ihr entstanden seien. Es hat sich aber ergeben, daß auch jüngere und ältere Ablagerungen als die eigentliche Steinkohlenformation zuweilen Stein- oder Schwarzkohlen enthalten, so daß man genau genommen, wie bei den Braunkohlen, mehrere Schwarzkohlenformationen unterscheiden könnte. In der Steinkohlenformation kommen überdies zuweilen auch Anthrazitlager vor.

438. Wie kommt das wohl?

Die Schwarzkohlen sind überhaupt nur ein weiteres Umwandlungsproduct der Braunkohlen; sie sind zu keiner Zeit als solche abgelagert worden, sondern ursprünglich allemal als Pflanzentheile. Jenachdem nun die Umstände, besonders die Lagerungsverhältnisse, der Schnelle der Umwandelung mehr oder minder günstig waren, jenachdem sind die Pflanzenreste dieser oder jener Ablagerungsperiode in Braunkohlen, Schwarzkohlen, Anthrazit oder Graphit umgewandelt.

439. Unterscheidet man dennoch eine Steinkohlenformation von bestimmtem Alter?

Allerdings geschieht das, und es kommen auch wirklich die Schwarzkohlen in Europa und Nordamerika ganz vorherrschend in dieser Formation von bestimmtem Alter vor, überall begleitet von übereinstimmenden, oder doch höchst ähnlichen Versteinerungen.

440. Aus was für Gesteinen, außer den Kohlenlagern, besteht die Steinkohlenformation noch?

Hauptsächlich aus Sandsteinen und Schieferthonen, ganz untergeordnet auch aus Sphärosiderit (sogenanntem Kohleneisenstein).

441. Wie viel Kohlenlager finden sich gewöhnlich in dieser Formation übereinander?

Das ist sehr ungleich; bei Potschappel unweit Dresden kennt

man 3 bis 4, bei Zwickau in Sachsen 9 bis 14, bei Newcastle in England 40, bei Saarbrücken sogar 164 übereinander.

442. Sind die einzelnen Kohlenlager stets ungefähr von gleicher Mächtigkeit?

Durchaus nicht; es giebt deren, die noch nicht 1/4 m dick sind; solche pflegt man nicht abzubauen; andere sind 1 1/2 bis 2 m, wieder andere 3 bis 3 1/2, 6 bis 9 m mächtig, und bei Dobrowa in Polen kennt man sogar eines von 14 m Mächtigkeit.

443. Sind sie in ihrer Qualität unter einander alle gleich?

Auch das nicht; einige sind sehr rein, andere, mit viel erdigen Theilen gemengt, geben sehr viel Asche; einige sind sehr dicht und pechartig, andere mehr steinartig oder schiefrig. In manchen Steinkohlengebieten unterscheidet man der Qualität und dem Gebrauchswerthe nach bis vierzig verschiedene Kohlensorten; ziemlich allgemein kann man unterscheiden Pechkohle, Schieferkohle und Rußkohle, welche letztere schon viel Anthrazit zu enthalten pflegt.

444. Wodurch unterscheidet sich der Anthrazit von den anderen Kohlenarten?

Dadurch, daß er fast gar kein Bitumen mehr enthält, deshalb ohne Rauch und Flamme verbrennt, und auf dem frischen Bruch gewöhnlich stark glänzt. Sein Streichpulver ist schwarz wie das der Schwarzkohle; er färbt nicht ab, wie der Graphit es thut.

445. Nimmt der Anthrazit eine bestimmte Stelle in der Reihe der Flötzformationen ein?

Eigentliche Anthrazitlager kommen gewöhnlich nur in sehr alten Formationen vor, z. B. in der Steinkohlenformation und in noch älteren. Local sind indessen zuweilen auch tertiäre Braunkohlenlager und eben so Schwarzkohlenlager in Anthrazit umgewandelt, der in seinem chemischen Verhalten fast ganz dem Koaks gleicht.

446. Wodurch ist das geschehen?

Durch Berührung heißflüssiger Eruptivgesteinsmassen, z. B. an der Grenze von Basalt- oder Porphyrgängen.

447. In welcher Art und mit was für Gesteinen pflegen die Anthrazitlager vorzukommen?

In dieser Beziehung verhalten sie sich ganz wie die Schwarzkohlenlager. Auch die begleitenden Gesteine sind ungefähr dieselben.

448. Wodurch unterscheidet sich der Graphit von den anderen Kohlenarten?

Vor allen Dingen dadurch, daß er unter gewöhnlichen Verhältnissen gar nicht brennt, also auch nicht als Brennmaterial benutzt werden kann; im Gegentheil kann man daraus Schmelztiegel machen, welche eine sehr große Hitze vertragen. Außerdem unterscheidet er sich aber auch durch den schuppigen, halbkrystallinischen Zustand des Kohlenstoffes aus dem er besteht, und durch die Eigenschaft des Abfärbens, weshalb man Bleistifte daraus machen kann.

449. Unter welchen Lagerungsverhältnissen pflegt der Graphit vorzukommen?

Zwischen metamorphischen Gesteinen, wie Glimmerschiefer, Gneiß u. s. w., gewöhnlich als parallele Einlagerung zwischen denselben; doch auch als Gemengtheil in ihnen, so z. B., daß er den Glimmer des Glimmerschiefers oder Gneißes vertritt.

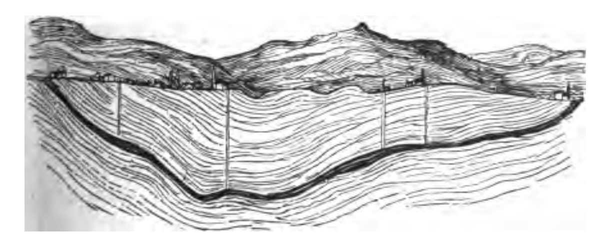
450. Wie kommt es wohl, daß er nicht wie die anderen Kohlenarten auch zwischen noch nicht so stark veränderten Gesteinen auftritt?

Weil er selbst die stärkste Umwandelungsstufe der fossilen Kohlen darstellt, welche nur unter solchen Umständen eingetreten zu sein scheint, unter denen zugleich die einschließenden Sedimentärgesteine gänzlich verändert und krystallinisch geworden sind.

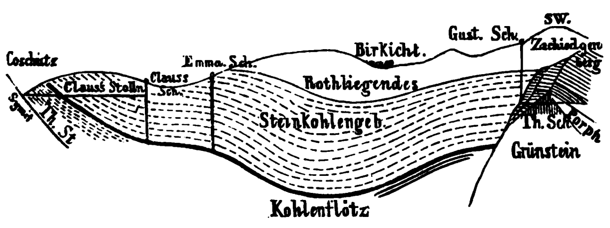
451. Finden sich die verschiedenen Kohlenformationen gewöhnlich in beckenförmige Vertiefungen eingelagert?

Es ist das allerdings öfters der Fall, aber durchaus nicht immer, wie zuweilen angenommen wird. Namentlich aber braucht bei beckenförmiger Lagerung der Schichten die äußere Oberfläche deshalb noch keine beckenförmige Gestalt zu haben.

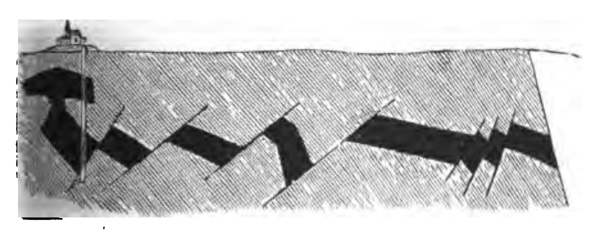
Das Kohlenbecken von Rive de Gier in Frankreich zeigt z. B. nachstehenden Verticalschnitt, in welchem der schwarze Streifen das Kohlenlager darstellt.



Die Oberfläche ist in diesem Falle keineswegs beckenförmig gestaltet. Zuweilen sind aber auch die Kohlenlager sehr stark unregelmäßig gebogen und verworfen, wie z. B. in den nachstehenden beiden Verticalschnitten.



Lagerung im Plauenschen Grunde bei Dresden.



Vielfach verworfenes Kohlenlager bei Vieille-Pompe in Frankreich.

452. Giebt es bestimmte Kennzeichen für die Anwesenheit von Kohlenlagern in der Tiefe?

Nur der geologische Bau, die Untersuchung der an der Oberfläche sichtbaren Gesteinsbildungen, kann darüber belehren.



447. In welcher Art und mit was für Gestei… Anthrazitlager vorzukommen?

In dieser Beziehung verhalten sie sich ganz w… kohlenlager. Auch die begleitenden Gesteine sind …

448. Wodurch unterscheidet sich der Graphit … Kohlenarten?

Vor allen Dingen dadurch, daß er unter … hältnissen gar nicht brennt, also auch nicht als … benutzt werden kann; im Gegentheil kann man … tiegel machen, welche eine sehr große Hitze vertrag… unterscheidet er sich aber auch durch den schuppigen … nischen Zustand des Kohlenstoffes aus dem er beste… die Eigenschaft des Abfärbens, weshalb man … machen kann.

449. Unter welchen Lagerungsverhältnissen pfle… vorzukommen?

Zwischen metamorphischen Gesteinen, wie … Gneiß u. s. w., gewöhnlich als parallele Einlag… denselben; doch auch als Gemengtheil in ihnen, … den Glimmer des Glimmerschiefers oder Gneises …

450. Wie kommt es wohl, daß er nicht … Kohlenarten auch zwischen noch nicht so stark … steinen auftritt?

Weil er selbst die stärkste Umwandelung … Kohlen darstellt, welche nur unter solchen Umst… zu sein scheint, unter denen zugleich die einschl… tärgesteine gänzlich verändert und krystallinis…

451. Finden sich die verschiedenen … wöhnlich in beckenförmige Vertiefungen …

Es ist das allerdings öfters der … immer, wie zuweilen angenommen … braucht bei beckenförmiger … Oberfläche …

ist di
den K
en.
des

durch
Streben viel
bekannte chem
Ablagerungen?
Material wi
chemischen Niedersch

Andere besondere Lagerstätten, welche benutzt werden.

453. Was für nutzbare Lagerstätten kommen noch außer den Erzen, dem Steinsalz und den Kohlen in der festen Erdkruste vor?

Z. B. Baumaterialien verschiedener Art: Dach- und Tafelschiefer, Mühlsteine, Wetzschiefer, Lithographirsteine, Gyps, Mergel, Guano und andere Excrementenlager (Koprolithenschichten), feuerfester Thon, weiße und schwarze Kreide, Polirschiefer, Trippel, Schmirgel, Bolus, Walkerde, Meerschaum, Umbra, Gelberde, Alaunschiefer, Erdpech, Bitumen, Schwefel, Auripigment, Realgar u. s. w.

454. Treten diese alle nur als untergeordnete Lagerstätten auf?

Viele derselben kommen auch als weit verbreitete Gesteinsbildungen vor, die nur local besonders für gewisse technische Zwecke geeignet sind; so z. B. Baumaterialien aller Art, Gyps, Mergel, Thon und Kreide.

455. Läßt sich ihre Anwesenheit aus bestimmten Merkmalen an der Erdoberfläche erkennen?

Nur ganz ausnahmsweise ist das der Fall; in der Regel erkennt man sie erst durch ihre Auffindung, und kann auch aus dem allgemeinen geologischen Bau nur einige Wahrscheinlichkeitsgründe für ihre An- oder Abwesenheit herleiten.

Zehnter Abschnitt.

Ueber die geologischen Wirkungen des Wassers und des Eises.

456. Worin bestehen die wichtigsten geologischen Wirkungen des Wassers?

In chemischer oder mechanischer Zerstörung von Gesteinen

und Wiederablagerung des Materials an anderer Stelle, in anderer Form.

457. Wann, wo, und wie erfolgen diese Zerstörungen und Wiederablagerungen durch Wasser?

Unausgesetzt an sehr vielen Stellen, theils durch chemische, theils durch mechanische Thätigkeit.

458. Durch welche Umstände wird diese geologische Thätigkeit des Wassers veranlaßt oder begünstigt?

Durch seine Fähigkeit, viele Substanzen aufzulösen, und durch den steten Kreislauf, in dem es sich auf der Erde befindet.

459. Welche Substanzen löst es auf?

In höchst geringem Grade — in sehr kleinen Mengen — die meisten bekannten; recht bemerkbar, d. h. in stärkerem Grade, vorzugsweise die verschiedenen Salze, wie Chlornatrium (Kochsalz), schwefelsauren Kalk (Gyps), Alaun, kohlensaures Kali oder Natron u. s. w.

460. Wie erfolgt der unausgesetzte Kreislauf des Wassers?

Die atmosphärischen Niederschläge dringen zum Theil in den Boden ein und speisen Quellen, zum Theil laufen sie an der Oberfläche ab; das Wasser der Quellen vereinigt sich mit dem oberflächlich abgelaufenen zu Flüssen, diese strömen in Landseen und in das Meer ein; von da verdunstet das Wasser wieder, bildet Wolken, und gelangt in Form atmosphärischer Niederschläge zum Theil auf die Landoberfläche zurück.

461. Wie entstehen die Quellen?

Dadurch, daß das Wasser der atmosphärischen Niederschläge, Regen u. s. w., so tief in den Erdboden eindringt, als es die localen Umstände erlauben, und dann gesammelt an einzelnen Stellen in Form von Quellen wieder ausfließt.

462. Welches sind die geologischen Wirkungen der Quellen?

Das Wasser löst auf seinem unterirdischen Wege gewisse Bestandtheile der Gesteine in kleinen Mengen, aber unausgesetzt z. Th. unter Vermittelung von Kohlensäure auf, und führt sie in den

Quellen zu Tage. Hier lagern sie sich entweder sogleich wieder ab, oder sie werden durch die Flüsse den Landseen und dem Meere zugeführt.

463. Aus welchen Gründen lagern sie sich zum Theil schon an den Quellen ab?

Wegen der Entweichung von Kohlensäure, welche die Lösung vermittelte, und wegen Verdunstung oder Abkühlung des vorher im Erdinnern etwas erwärmten Wassers.

464. Worin bestehen dergleichen Quellenablagerungen?

In Kalktuffbildungen, Eisenoxydhydratablagerungen, Kieseltuffbildungen u. s. w., welche alle indessen in der Regel keine sehr großen Flächenräume bedecken.

465. Worin bestehen die geologischen Wirkungen der Bäche und Flüsse?

Sie reißen da wo ihr Gefälle stark ist, und besonders bei ungewöhnlichen Anschwellungen, durch mechanische Kraft Theile ihrer Ufer und Betten mit fort, runden die festeren Theile zu Geschieben ab, zermalmen die lockeren zu Sand und Schlamm, und lagern das Alles, wo das Gefälle geringer ist — in Landseen oder im Meere —, besonders vor ihren Einmündungen, wieder ab.

466. Welches sind die Hauptresultate dieser Thätigkeit?

Austiefung der Flußbetten oder Thäler in Gebirgsgegenden, Erhöhung derselben in Niederungen, Ausfüllung von Landseen, Deltabildungen vor den Flußmündungen, und Ablagerungen auf dem Meeresboden.

467. Aus welchen Materialien bestehen diese Bildungen vorherrschend?

Aus Geschieben, aus denen Conglomerate werden können; aus Sandablagerungen, aus denen Sandsteine werden können; aus Ablagerungen von Thon, Mergel, oder Kalkschlamm, aus denen feste Schichten von Thon, Schieferthon, Thonschiefer, Mergel, Mergelschiefer und Kalkstein werden können. Außerdem

werden aber auch Pflanzen und Thierreste vom Wasser fort- und angeschwemmt, aus denen unter gewissen Umständen Kohlenlager werden können.

468. Sind diese Bildungen massenhafter als die der Quellen?

Sie bringen zum Theil sehr mächtige und ausgedehnte Ablagerungen hervor. Man kennt z. B. Deltabildungen, welche in historischer Zeit auf Kosten des Meeres sich um Hunderte von Quadratmeilen vergrößert haben, und man kennt zahlreiche Stellen auf dem Lande, an welchen früher Landseen vorhanden waren, die nach und nach ganz ausgefüllt worden sind.

469. Worin bestehen die geologischen Wirkungen des Meeres?

In der Wiederablagerung aller der Substanzen, welche die Flüsse im aufgelösten Zustande oder durch mechanische Kraft in dasselbe einführen.

470. Bringt das Meer nicht auch selbst Zerstörungen hervor?

Allerdings! es nagt überall an seinen Ufern, und reißt je nach der Natur derselben mehr oder weniger feste Theile los, die nachher irgendwo, wie die durch Flüsse eingeschwemmten Materialien, wieder zur Ablagerung gelangen.

471. Kann man solche Ablagerungen des Meeres deutlich beobachten?

Nur da, wo sie an den Küsten erfolgen, ist dies möglich; es müssen aber nothwendig auch entfernt von den Küsten, auf dem Meeresboden, solche Ablagerungen stattfinden.

472. Wodurch werden die Ablagerungen des Meeres bedingt und befördert?

Durch Unterbrechung der Bewegung, durch Verdunstung, durch die Lebensthätigkeit und das Streben vieler Meeresthiere, so wie vielleicht auch durch noch unbekannte chemische Vorgänge.

473. Woraus bestehen diese Ablagerungen?

Die mechanischen aus demselben Material wie die der Flüsse; dazu kommen aber noch die chemischen Niederschläge von Salz,

umgewandelt in Braunkohlen, Steinkohlen, Anthrazit, oder Graphit.

427. Sind alle diese letzteren Kohlenlager aus Torflagern oder ähnlichen Pflanzenanhäufungen entstanden?

Die meisten wahrscheinlich, manche aber auch aus zusammengeschwemmten Pflanzentheilen.

428. Wodurch unterscheiden sich die Braunkohlenlager von den anderen Kohlenlagern?

Vom Torf dadurch, daß sie dichter und bituminös geworden sind; von den Schwarzkohlen und dem Anthrazit dadurch, daß sie mehr Bitumen als diese enthalten, und beim Kritzen oder Zerreiben ein braunes Pulver geben. Der Graphit dagegen enthält gar kein Bitumen, und färbt ab wie Bleistift, brennt aber nicht.

429. Sind sie nicht auch ihrer geologischen Stellung und Lagerung nach verschieden von den anderen Kohlenlagern?

Gewöhnlich allerdings. Man findet sie in der Regel nur zwischen tertiären Ablagerungen, während die Steinkohlen- und Anthrazitlager zwischen älteren Schichten vorzukommen pflegen. Es sind jedoch Fälle bekannt, in welchen auch tertiäre Ablagerungen Schwarzkohlen enthalten, und man kennt sogar Braunkohlenlager, welche local durch Berührung von Basalten in Anthrazit (eine Art Koaks) umgewandelt sind.

430. Giebt es auch ältere als tertiäre Braunkohlenlager?

Manche Kohlenlager der Triasperiode (die Lettenkohlen) gehören zu den Braunkohlen, und selbst in Steinkohlenlagern kommen zuweilen vereinzelte Braunkohlentheile vor.

431. Sind die Braunkohlenlager alle unter einander gleich?

Nein! man unterscheidet nach ihrem Aschengehalt, Bitumengehalt, ihrer Textur und sonstigen Qualität z. B. erdige Braunkohle, dichte Braunkohle, Pechbraunkohle, bituminöses Holz oder Lignit, Blätterkohle oder Dysodil u. s. w.

432. Woher rühren diese Unterschiede?

Theils wohl von der ursprünglichen Verschiedenheit der umgewandelten Pflanzentheile und der Menge der bei der Ablagerung eingemengten erdigen Theile (Aschengehalt), theils aber auch von dem ungleichen Grade ihrer Umwandelung und Zusammenpressung.

433. Was versteht man unter der Bezeichnung Braunkohlenformation?

Die Gesammtheit der Schichten, welche mit Braunkohlenlagern zusammen vorkommen, und mit ihnen in einer Periode unter ähnlichen Umständen abgelagert worden sind.

434. Was für Schichten sind das gewöhnlich?

Thon, Sand und Sandstein, zuweilen auch Schieferthon, Mergelschiefer, Sphärosiderit u. s. w., seltener Kalkstein oder Stinkstein.

435. Gehört die Braunkohlenformation überall derselben Bildungsperiode an?

Man glaubte früher, daß das der Fall sei, und daß man somit durch diese Benennung nicht nur eine besondere Schichtengruppe, sondern zugleich ein bestimmtes geologisches Zeitalter bezeichnen könne. Dann hat sich aber ergeben, daß es Braunkohlenformationen von ziemlich verschiedenem Alter giebt, die allerdings meist der Tertiärperiode angehören. Man kennt jetzt z. B. allein aus der Tertiärperiode pliocäne, miocäne und eocäne Braunkohlenformationen.

436. Wodurch unterscheiden sich die Schwarz- oder Steinkohlen von den anderen Kohlenarten?

Von den Braunkohlen durch ihren geringeren Bitumengehalt, schwarzes Reibungspulver, und eine mehr steinartige Beschaffenheit, gewöhnlich auch durch ihr höheres geologisches Alter. Vom Anthrazit dagegen durch ihren, immer noch sehr bemerkbaren Bitumengehalt (sie verbrennen deshalb mit Flamme und Rauch), und durch geringeren Glanz.

437. Nehmen sie stets eine bestimmte Stelle in der Reihe der sedimentären Ablagerungen ein?

Man glaubte das früher, und unterschied deshalb eine besondere Steinkohlenbildungszeit, indem man meinte, daß alle Steinkohlen in ihr entstanden seien. Es hat sich aber ergeben, daß auch jüngere und ältere Ablagerungen als die eigentliche Steinkohlenformation zuweilen Stein- oder Schwarzkohlen enthalten, so daß man genau genommen, wie bei den Braunkohlen, mehrere Schwarzkohlenformationen unterscheiden könnte. In der Steinkohlenformation kommen überdies zuweilen auch Anthrazitlager vor.

438. Wie kommt das wohl?

Die Schwarzkohlen sind überhaupt nur ein weiteres Umwandlungsproduct der Braunkohlen; sie sind zu keiner Zeit als solche abgelagert worden, sondern ursprünglich allemal als Pflanzentheile. Jenachdem nun die Umstände, besonders die Lagerungsverhältnisse, der Schnelle der Umwandelung mehr oder minder günstig waren, jenachdem sind die Pflanzenreste dieser oder jener Ablagerungsperiode in Braunkohlen, Schwarzkohlen, Anthrazit oder Graphit umgewandelt.

439. Unterscheidet man dennoch eine Steinkohlenformation von bestimmtem Alter?

Allerdings geschieht das, und es kommen auch wirklich die Schwarzkohlen in Europa und Nordamerika ganz vorherrschend in dieser Formation von bestimmtem Alter vor, überall begleitet von übereinstimmenden, oder doch höchst ähnlichen Versteinerungen.

440. Aus was für Gesteinen, außer den Kohlenlagern, besteht die Steinkohlenformation noch?

Hauptsächlich aus Sandsteinen und Schieferthonen, ganz untergeordnet auch aus Sphärosiderit (sogenanntem Kohleneisenstein).

441. Wie viel Kohlenlager finden sich gewöhnlich in dieser Formation übereinander?

Das ist sehr ungleich; bei Potschappel unweit Dresden kennt

man 3 bis 4, bei Zwickau in Sachsen 9 bis 14, bei Newcastle in England 40, bei Saarbrücken sogar 164 übereinander.

442. Sind die einzelnen Kohlenlager stets ungefähr von gleicher Mächtigkeit?

Durchaus nicht; es giebt deren, die noch nicht 1/4 m dick sind; solche pflegt man nicht abzubauen; andere sind 1 1/2 bis 2 m, wieder andere 3 bis 3 1/2, 6 bis 9 m mächtig, und bei Dobrowa in Polen kennt man sogar eines von 14 m Mächtigkeit.

443. Sind sie in ihrer Qualität unter einander alle gleich?

Auch das nicht; einige sind sehr rein, andere, mit viel erdigen Theilen gemengt, geben sehr viel Asche; einige sind sehr dicht und pechartig, andere mehr steinartig oder schiefrig. In manchen Steinkohlengebieten unterscheidet man der Qualität und dem Gebrauchswerthe nach bis vierzig verschiedene Kohlensorten; ziemlich allgemein kann man unterscheiden Pechkohle, Schieferkohle und Rußkohle, welche letztere schon viel Anthrazit zu enthalten pflegt.

444. Wodurch unterscheidet sich der Anthrazit von den anderen Kohlenarten?

Dadurch, daß er fast gar kein Bitumen mehr enthält, deshalb ohne Rauch und Flamme verbrennt, und auf dem frischen Bruch gewöhnlich stark glänzt. Sein Streichpulver ist schwarz wie das der Schwarzkohle; er färbt nicht ab, wie der Graphit es thut.

445. Nimmt der Anthrazit eine bestimmte Stelle in der Reihe der Flötzformationen ein?

Eigentliche Anthrazitlager kommen gewöhnlich nur in sehr alten Formationen vor, z. B. in der Steinkohlenformation und in noch älteren. Local sind indessen zuweilen auch tertiäre Braunkohlenlager und eben so Schwarzkohlenlager in Anthrazit umgewandelt, der in seinem chemischen Verhalten fast ganz dem Koaks gleicht.

446. Wodurch ist das geschehen?

Durch Berührung heißflüssiger Eruptivgesteinsmassen, z. B. an der Grenze von Basalt- oder Porphyrgängen.

447. In welcher Art und mit was für Gesteinen pflegen die Anthrazitlager vorzukommen?

In dieser Beziehung verhalten sie sich ganz wie die Schwarzkohlenlager. Auch die begleitenden Gesteine sind ungefähr dieselben.

448. Wodurch unterscheidet sich der Graphit von den anderen Kohlenarten?

Vor allen Dingen dadurch, daß er unter gewöhnlichen Verhältnissen gar nicht brennt, also auch nicht als Brennmaterial benutzt werden kann; im Gegentheil kann man daraus Schmelztiegel machen, welche eine sehr große Hitze vertragen. Außerdem unterscheidet er sich aber auch durch den schuppigen, halbkrystallinischen Zustand des Kohlenstoffes aus dem er besteht, und durch die Eigenschaft des Abfärbens, weshalb man Bleistifte daraus machen kann.

449. Unter welchen Lagerungsverhältnissen pflegt der Graphit vorzukommen?

Zwischen metamorphischen Gesteinen, wie Glimmerschiefer, Gneiß u. s. w., gewöhnlich als parallele Einlagerung zwischen denselben; doch auch als Gemengtheil in ihnen, so z. B., daß er den Glimmer des Glimmerschiefers oder Gneißes vertritt.

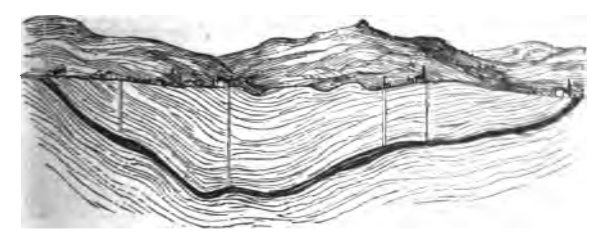
450. Wie kommt es wohl, daß er nicht wie die anderen Kohlenarten auch zwischen noch nicht so stark veränderten Gesteinen auftritt?

Weil er selbst die stärkste Umwandelungsstufe der fossilen Kohlen darstellt, welche nur unter solchen Umständen eingetreten zu sein scheint, unter denen zugleich die einschließenden Sedimentärgesteine gänzlich verändert und krystallinisch geworden sind.

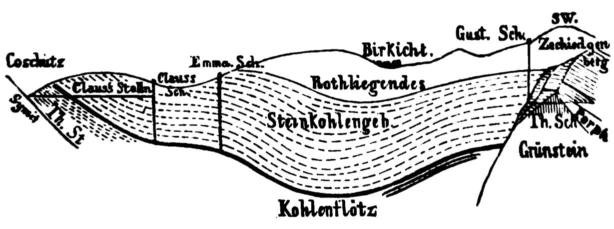
451. Finden sich die verschiedenen Kohlenformationen gewöhnlich in beckenförmige Vertiefungen eingelagert?

Es ist das allerdings öfters der Fall, aber durchaus nicht immer, wie zuweilen angenommen wird. Namentlich aber braucht bei beckenförmiger Lagerung der Schichten die äußere Oberfläche deshalb noch keine beckenförmige Gestalt zu haben.

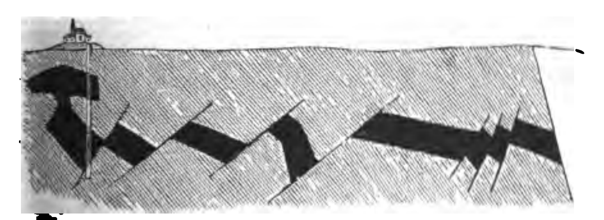
Das Kohlenbecken von Rive de Gier in Frankreich zeigt z. B. nachstehenden Verticalschnitt, in welchem der schwarze Streifen das Kohlenlager darstellt.



Die Oberfläche ist in diesem Falle keineswegs beckenförmig gestaltet. Zuweilen sind aber auch die Kohlenlager sehr stark unregelmäßig gebogen und verworfen, wie z. B. in den nachstehenden beiden Verticalschnitten.



Lagerung im Plauenschen Grunde bei Dresden.



Vielfach verworfenes Kohlenlager bei Vieille-Pompe in Frankreich.

452. Giebt es bestimmte Kennzeichen für die Anwesenheit von Kohlenlagern in der Tiefe?

Nur der geologische Bau, die Untersuchung der an der Oberfläche sichtbaren Gesteinsbildungen, kann darüber belehren.

Andere besondere Lagerstätten, welche benutzt werden.

453. Was für nutzbare Lagerstätten kommen noch außer den Erzen, dem Steinsalz und den Kohlen in der festen Erdkruste vor?

Z. B. Baumaterialien verschiedener Art: Dach- und Tafelschiefer, Mühlsteine, Wetzschiefer, Lithographirsteine, Gyps, Mergel, Guano und andere Excrementenlager (Koprolithenschichten), feuerfester Thon, weiße und schwarze Kreide, Polirschiefer, Trippel, Schmirgel, Bolus, Walkerde, Meerschaum, Umbra, Gelberde, Alaunschiefer, Erdpech, Bitumen, Schwefel, Auripigment, Realgar u. s. w.

454. Treten diese alle nur als untergeordnete Lagerstätten auf?

Viele derselben kommen auch als weit verbreitete Gesteinsbildungen vor, die nur local besonders für gewisse technische Zwecke geeignet sind; so z. B. Baumaterialien aller Art, Gyps, Mergel, Thon und Kreide.

455. Läßt sich ihre Anwesenheit aus bestimmten Merkmalen an der Erdoberfläche erkennen?

Nur ganz ausnahmsweise ist das der Fall; in der Regel erkennt man sie erst durch ihre Auffindung, und kann auch aus dem allgemeinen geologischen Bau nur einige Wahrscheinlichkeitsgründe für ihre An- oder Abwesenheit herleiten.

Zehnter Abschnitt.

Ueber die geologischen Wirkungen des Wassers und des Eises.

456. Worin bestehen die wichtigsten geologischen Wirkungen des Wassers?

In chemischer oder mechanischer Zerstörung von Gesteinen

und Wiederablagerung des Materials an anderer Stelle, in anderer Form.

457. Wann, wo, und wie erfolgen diese Zerstörungen und Wiederablagerungen durch Wasser?

Unausgesetzt an sehr vielen Stellen, theils durch chemische, theils durch mechanische Thätigkeit.

458. Durch welche Umstände wird diese geologische Thätigkeit des Wassers veranlaßt oder begünstigt?

Durch seine Fähigkeit, viele Substanzen aufzulösen, und durch den steten Kreislauf, in dem es sich auf der Erde befindet.

459. Welche Substanzen löst es auf?

In höchst geringem Grade — in sehr kleinen Mengen — die meisten bekannten; recht bemerkbar, d. h. in stärkerem Grade, vorzugsweise die verschiedenen Salze, wie Chlornatrium (Kochsalz), schwefelsauren Kalk (Gyps), Alaun, kohlensaures Kali oder Natron u. s. w.

460. Wie erfolgt der unausgesetzte Kreislauf des Wassers?

Die atmosphärischen Niederschläge dringen zum Theil in den Boden ein und speisen Quellen, zum Theil laufen sie an der Oberfläche ab; das Wasser der Quellen vereinigt sich mit dem oberflächlich abgelaufenen zu Flüssen, diese strömen in Landseen und in das Meer ein; von da verdunstet das Wasser wieder, bildet Wolken, und gelangt in Form atmosphärischer Niederschläge zum Theil auf die Landoberfläche zurück.

461. Wie entstehen die Quellen?

Dadurch, daß das Wasser der atmosphärischen Niederschläge, Regen u. s. w., so tief in den Erdboden eindringt, als es die localen Umstände erlauben, und dann gesammelt an einzelnen Stellen in Form von Quellen wieder ausfließt.

462. Welches sind die geologischen Wirkungen der Quellen?

Das Wasser löst auf seinem unterirdischen Wege gewisse Bestandtheile der Gesteine in kleinen Mengen, aber unausgesetzt z. Th. unter Vermittelung von Kohlensäure auf, und führt sie in den

Quellen zu Tage. Hier lagern sie sich entweder sogleich wieder ab, oder sie werden durch die Flüsse den Landseen und dem Meere zugeführt.

463. Aus welchen Gründen lagern sie sich zum Theil schon an den Quellen ab?

Wegen der Entweichung von Kohlensäure, welche die Lösung vermittelte, und wegen Verdunstung oder Abkühlung des vorher im Erdinnern etwas erwärmten Wassers.

464. Worin bestehen dergleichen Quellenablagerungen?

In Kalktuffbildungen, Eisenoxydhydratablagerungen, Kieseltuffbildungen u. s. w., welche alle indessen in der Regel keine sehr großen Flächenräume bedecken.

465. Worin bestehen die geologischen Wirkungen der Bäche und Flüsse?

Sie reißen da wo ihr Gefälle stark ist, und besonders bei ungewöhnlichen Anschwellungen, durch mechanische Kraft Theile ihrer Ufer und Betten mit fort, runden die festeren Theile zu Geschieben ab, zermalmen die lockeren zu Sand und Schlamm, und lagern das Alles, wo das Gefälle geringer ist — in Landseen oder im Meere —, besonders vor ihren Einmündungen, wieder ab.

466. Welches sind die Hauptresultate dieser Thätigkeit?

Austiefung der Flußbetten oder Thäler in Gebirgsgegenden, Erhöhung derselben in Niederungen, Ausfüllung von Landseen, Deltabildungen vor den Flußmündungen, und Ablagerungen auf dem Meeresboden.

467. Aus welchen Materialien bestehen diese Bildungen vorherrschend?

Aus Geschieben, aus denen Conglomerate werden können; aus Sandablagerungen, aus denen Sandsteine werden können; aus Ablagerungen von Thon, Mergel, oder Kalkschlamm, aus denen feste Schichten von Thon, Schieferthon, Thonschiefer, Mergel, Mergelschiefer und Kalkstein werden können. Außerdem

werden aber auch Pflanzen und Thierreste vom Wasser fort- und angeschwemmt, aus denen unter gewissen Umständen Kohlenlager werden können.

468. Sind diese Bildungen massenhafter als die der Quellen?

Sie bringen zum Theil sehr mächtige und ausgedehnte Ablagerungen hervor. Man kennt z. B. Deltabildungen, welche in historischer Zeit auf Kosten des Meeres sich um Hunderte von Quadratmeilen vergrößert haben, und man kennt zahlreiche Stellen auf dem Lande, an welchen früher Landseen vorhanden waren, die nach und nach ganz ausgefüllt worden sind.

469. Worin bestehen die geologischen Wirkungen des Meeres?

In der Wiederablagerung aller der Substanzen, welche die Flüsse im aufgelösten Zustande oder durch mechanische Kraft in dasselbe einführen.

470. Bringt das Meer nicht auch selbst Zerstörungen hervor?

Allerdings! es nagt überall an seinen Ufern, und reißt je nach der Natur derselben mehr oder weniger feste Theile los, die nachher irgendwo, wie die durch Flüsse eingeschwemmten Materialien, wieder zur Ablagerung gelangen.

471. Kann man solche Ablagerungen des Meeres deutlich beobachten?

Nur da, wo sie an den Küsten erfolgen, ist dies möglich; es müssen aber nothwendig auch entfernt von den Küsten, auf dem Meeresboden, solche Ablagerungen stattfinden.

472. Wodurch werden die Ablagerungen des Meeres bedingt und befördert?

Durch Unterbrechung der Bewegung, durch Verdunstung, durch die Lebensthätigkeit und das Streben vieler Meeresthiere, so wie vielleicht auch durch noch unbekannte chemische Vorgänge.

473. Woraus bestehen diese Ablagerungen?

Die mechanischen aus demselben Material wie die der Flüsse; dazu kommen aber noch die chemischen Niederschläge von Salz,

die durch Thiere vermittelten Kalkablagerungen, die localen Anhäufungen von Meeres- oder eingeschwemmten Landpflanzen 2c.

474. **Gelangen alle Substanzen, welche durch die Flüsse in das Meer eingeführt werden, in demselben auch wieder zur Ablagerung?**

Ja!

475. **Welches sind die geologischen Wirkungen der atmosphärischen Niederschläge?**

Sie wirken, wenn auch nur in sehr geringem Grade, dafür aber überall und zu allen Zeiten, chemisch auflösend und mechanisch abschwemmend auf die Landoberfläche ein.

476. **Welches ist somit das Hauptresultat aller geologischen Wirkungen des Wassers?**

Ein fortdauernder Nivellirungsproceß. Es werden dadurch von den hervorragenden Regionen der festen Erdkruste Theile abgeschwemmt, und in den Vertiefungen abgelagert.

477. **Bringt das Wasser auch im festen Zustande, als Eis, geologische Aenderungen hervor?**

Allerdings!

478. **Worin bestehen diese Wirkungen des Eises?**

Hauptsächlich in einem Transport fester Theile, außerdem aber auch in Abschleifungen der festen Oberfläche.

479. **Wo, und unter welchen Umständen beobachtet man dergleichen Eiswirkungen?**

An den Gletschern und am Treibeis.

480. **Was versteht man unter Gletschern?**

Eismassen, die sich durch Druck und Temperatureinwirkung aus dem Schnee bilden (welcher in hohen Gebirgen und Polargegenden auch während des Sommers nicht schmilzt) und die dann wie Eisströme, oft bis weit unter die Schneegrenze in den Thälern herabreichen.

481. Wie können diese eine geologische Wirkung hervorbringen?

Sie bewegen sich; sie fließen, wenn auch nur sehr langsam, thalabwärts, und tragen dabei alle von den Thalgehängen darauf gefallenen Stein- und Schuttmassen, als sogenannte Seiten-, Mittel- und Endmoränen, beständig mit thalabwärts.

482. Wenn sie sich stets thalabwärts bewegen, erreichen sie dann nicht mit ihrem unteren Ende immer tiefere Stellen in den Thälern?

In kalten und schneereichen Jahren geschieht das wohl; in trockenen und warmen schmelzen sie dagegen um so mehr wieder ab, und so bleibt ihr unteres Ende durchschnittlich doch an derselben Stelle.

483. Wie viel beträgt dieses Vorschieben der Gletscher ungefähr, d. h. wie schnell oder langsam ist die Bewegung?

Das ist ungleich bei den einzelnen Gletschern; bei einigen beträgt die Fortbewegung im Sommer täglich nur einige Centim., bei anderen bis zu 1 Meter.

484. Bringen sie durch diese Bewegung noch andere geologische Wirkungen als den Transport der Moränen hervor?

Sie runden und schleifen den Felsboden der Thäler ab, so daß die Oberfläche nachher zuweilen wie polirt und parallel gefritzt erscheint.

485. Auf welche Weise können sie das bewirken?

Durch die in das Eis eingefrorenen Steine und Sandtheile, welche dasselbe in eine Art Feile verwandeln, die mit ungeheuerem Druck über die Felsoberfläche fortgeschoben wird.

486. Was versteht man unter Treibeis?

Die in den Polargegenden, theils von den bis in das Meer [...]enden kolossalen Gletschern, theils vom Meereseis abgelösten [...]ßen Eismassen (zuweilen bis 300 m dicke Eisberge), welche [...]rch Meeresströmungen nach wärmeren Gegenden geführt [...]rden, bis sie schmelzen.

487. Inwiefern bringen diese dauernde geologische Wirkungen hervor?

Da besonders die von Gletschern abgelösten Eismassen oft von Moränenschutt und großen Felsblöcken bedeckt sind, so tragen sie diese zum Theil so weit mit sich fort, bis sie selbst aufthauen, und ihre Steinfracht dann als erratische Blöcke auf den Boden des Meeres fallen lassen.

488. Bringen die Treibeismassen noch andere geologische Wirkungen hervor?

Sie schleifen hie und da im Vorüberstreifen die felsigen Ufer oder den seichten Felsboden des Meeres ab, in ähnlicher Weise, wie es die Gletscher thun.

489. Kennt man dergleichen Gletscher- und Treibeiswirkungen auch aus früheren geologischen Perioden?

Nur aus der sogenannten Diluvialperiode kennt man die Resultate früherer Wirkungen der Art recht deutlich.

490. Worin bestehen dieselben?

In den sogenannten erratischen Blöcken, welche weit von ihrem Ursprung entfernt gefunden werden, und die theils durch Gletscher, theils durch Treibeis an ihre jetzige Stelle getragen worden sind. Auch Felsabschleifungen durch Eis aus jener Periode beobachtet man zuweilen.

491. Wie kommt es wohl, daß man nicht noch viel ältere Eiswirkungen findet?

Wahrscheinlich, weil es in den älteren geologischen Perioden noch gar kein Eis auf der Erde gab.

492. Warum nicht?

Vielleicht, weil die Erde in ihrer Gesammtheit noch nicht so weit abgekühlt war, um eine Eisbildung möglich zu machen.

Elfter Abschnitt.

Ueber die Wirkungen der vulcanischen Thätigkeit.

493. Was ist vulcanische Thätigkeit?

A. v. Humboldt definirte sie sehr passend als eine Reaction des heißflüssigen Erdinnern auf die feste Kruste und Oberfläche der Erde.

494. Wodurch äußert sich dieselbe am deutlichsten?

Durch Eruptionen der Vulcane und durch Erdbeben.

495. Was versteht man unter einem Vulcan?

Einen Berg, welcher ganz oder großentheils aus vulcanischen Gesteinen besteht, und aus welchem zuweilen durch Krateröffnungen Ausschleuderungen von Schlacken, oder Ausströmungen von heißflüssiger Lava, so wie von Wasserdämpfen und anderen Gasarten erfolgen.

496. Welches ist die gewöhnlichste Gestalt der Vulcane?

Die eines abgestutzten Kegels (s. Abbild. S. 132 u. 133).

497. Sind diese Vulcankegel alle ungefähr gleich groß und gleich hoch?

Nein. Man kennt solche, die nur etwa hundert m hoch sind, aber auch solche, deren Gipfel sich 3500 m über die Basis erheben. Letzteres ist z. B. der Fall beim Pic von Teneriffa.

498. Woraus besteht der Krater eines Vulcans?

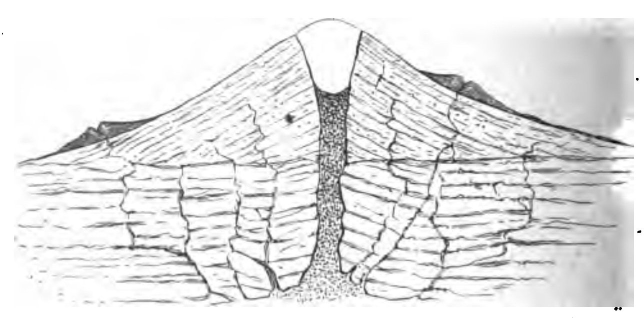
Aus einer trichterförmigen Vertiefung der Bergoberfläche, die sich gewöhnlich in den abgestutzten Gipfel des Berges einsenkt.

499. Ist diese Krateröffnung nach unten geschlossen?

Für gewöhnlich hat sie einen mehr oder weniger ebenen Boden; während jeder Eruption wird aber dieser aus Schlacken oder Lava bestehende Boden ausgeschleudert, und an seiner Stelle öffnet sich der sogenannte Kraterschlund, welcher seiner Form nach dem dünnen Rohre eines Trichters verglichen werden kann, und

den vulcanischen Ausschleuderungen und Lavaergießungen als Weg dient, wenn die letzteren nicht etwa kürzere Seitenauswege finden.

Nebenstehende Ansicht des Vesuv (S. 133), während seiner Eruption im October 1822, kann als ein sehr gutes Beispiel zur Erläuterung dienen.



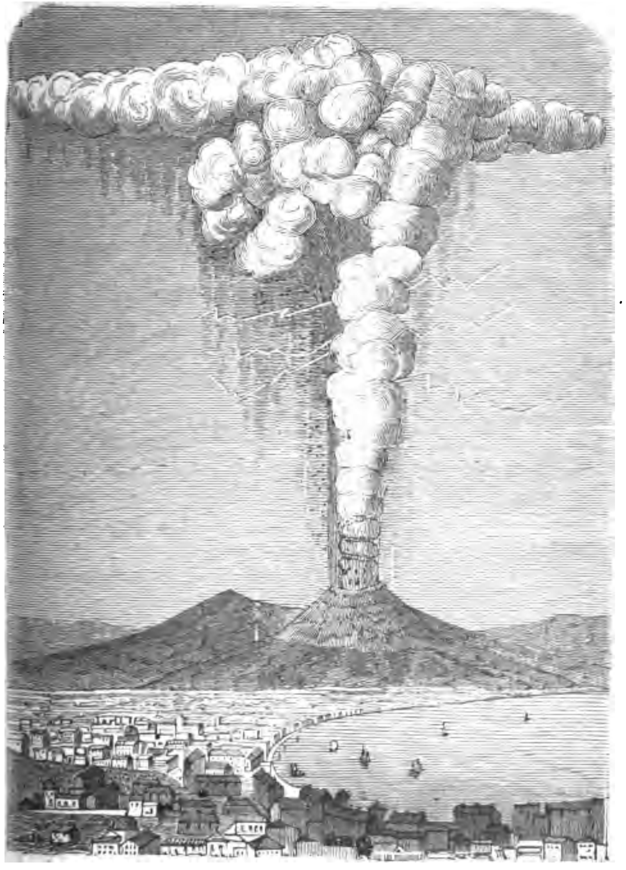
Auch der vorstehende ideale Verticalschnitt eines Vulcans wird zur Erläuterung des Gesagten beitragen.

500. Folgen die Eruptionen der Vulcane in bestimmten Perioden auf einander?

Man kennt dafür gar keine Regel. Einige Vulcane sind seit Jahrhunderten beinahe ununterbrochen thätig, d. h. in Eruption begriffen, wie z. B. der Stromboli; bei den meisten folgen aber die Ausbrüche oder Eruptionen in ganz ungleichen und unbestimmbaren Zeiträumen auf einander, so z. B. beim Vesuv und beim Aetna. Wieder andere sind nur durch ihre Gestalt und Zusammensetzung noch als Vulcane erkennbar, während gar keine Eruptionen derselben geschichtlich bekannt sind. Diese letzteren nennt man, im Gegensatz zu den thätigen, erloschene Vulcane, ohne daß man deshalb sicher sein kann, es werde nie mehr eine Eruption an ihnen erfolgen. Jedenfalls befinden sich die meisten Vulcane für gewöhnlich im sogenannten „Zustand der Ruhe".

501. Wie unterscheiden sich die Zustände der Ruhe und der Thätigkeit bei Vulcanen?

Im Ruhezustand erkennt man nur noch die Form und



Der Bergkranz, welcher links den Hauptkegel des Vesuv umgiebt, ist die Somma.

Masse der Berge als vulcanisch, höchstens steigen hie und da Dämpfe aus Spalten hervor. Im Zustande der Thätigkeit oder Eruption vermehrt sich die Dampfausströmung, werden Schlackenmassen ausgeschleudert, und fließen Lavaströme aus.

502. Woraus besteht die Eruption eines Vulcans?

Gewöhnlich lassen sich dabei drei aufeinanderfolgende Thätigkeitsäußerungen unterscheiden.

503. Welches ist die erste dieser Thätigkeitsäußerungen?

Locale Bodenerschütterungen, sogenannte vulcanische Erdbeben, oft von starkem unterirdischen Getöse, von Spaltenaufreißungen, auch wohl von stärkeren Dampfausströmungen begleitet, als sie im Zustand der Ruhe stattzufinden pflegen.

504. Welches ist die zweite Thätigkeitsäußerung?

Der Kraterschlund öffnet sich, das ihn erfüllende Material wird hoch in die Luft geschleudert, und diese Ausschleuderungen von Schlacken und staubartigen Lavatheilchen, sogenannter Asche, dauern oft mehrere Tage lang. Indem diese Ausschleuderungsproducte auf den Berg und dessen Umgebung niederfallen, pflegen sie den Berg um eine neue Schicht zu vergrößern oder an dessen Fuß mächtige Anhäufungen zu bilden, die schon ganze Ortschaften verschüttet haben, wie z. B. Pompeji und Herculanum am Vesuv.

505. Welches ist die dritte Thätigkeitsäußerung?

Eine heißflüssige Lavasäule steigt im Kraterschlund auf, und erfüllt den Krater oft bis zum Ueberlaufen. Die flüssige Lava fließt dann über die tiefste Stelle des Kraterrandes, oder auch aus einer am Abhang des Berges geöffneten Spalte aus, und bildet einen Lavastrom, der nach einiger Zeit zu festem Gestein erstarrt.

506. Ist mit diesem dritten Act die Eruption allemal zu Ende?

Zuweilen wiederholen sich die einzelnen Vorgänge mehrfach, der Art, als wenn mehrere Eruptionen unmittelbar auf einander folgten; überhaupt aber ist der angegebene nur der mittlere Verlauf, der in den einzelnen Fällen vielerlei Modificationen erleidet, wie denn namentlich auch die Energie der einzelnen Vorgänge sehr ungleich sein kann.

507. Brechen nicht auch Flammen aus dem Berge hervor?

Das hat man in größerer Ausdehnung nie sicher beobachtet, und die Bezeichnung „feuerspeiende Berge" ist deshalb eigentlich für Vulcane unrichtig.

508. Aber es soll doch bei Eruptionen gewöhnlich eine Feuersäule über dem Krater stehen?

Das ist nur eine scheinbare Feuersäule, nicht durch Flammen gebildet, sondern durch ausgeschleuderte glühende Steine, und besonders auch durch den Widerschein der im Krater befindlichen heißflüssigen Lava verursacht. Die Säule wird deshalb auch nie vom Winde bewegt, wie eine Flamme.

509. Durch welche Kraft werden jene Schlacken- und Aschentheile hoch in die Luft geschleudert?

Höchst wahrscheinlich durch Wasserdämpfe und andere Gasarten von sehr hoher Spannung, welche gewaltsam aus dem Kraterschlunde ausströmen.

510. Wodurch kann aber überhaupt eine solche innere Spannung und die Eruption der Vulcane veranlaßt werden?

Das ist noch unbekannt; man vermuthet nur überhaupt, daß eine Reaction des heißflüssigen Erdinnern die Ursache der vulcanischen Thätigkeit und ihrer Aeußerungen sei.

511. Wie kommt es, daß die meisten Vulcane eine kegelförmige Gestalt haben?

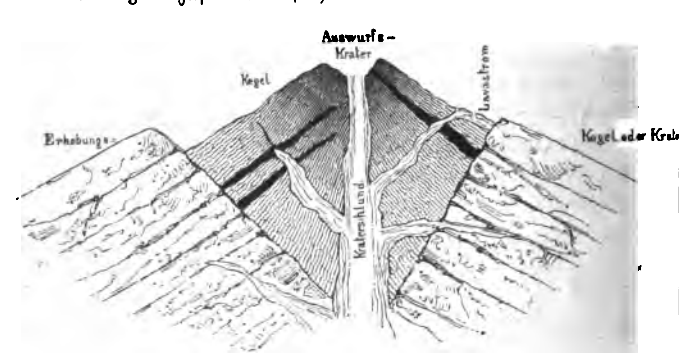
Weil sie (d. h. ihre Bergmassen) in der Hauptsache durch Anhäufung von Lavaergießungen und Schlackenausschleuderungen rings um die ursprüngliche Eruptionsöffnung herum gebildet sind.

512. Also wachsen die Vulcane wohl bei jedem Ausbruch?

Nothwendig nimmt ihr Volumen dadurch stets etwas zu. Es kommt dann aber zuweilen auch vor, daß der Gipfel einstürzt und gleichsam in sich zusammensinkt, wahrscheinlich in Folge von zu großen unterirdischen Aushöhlungen.

513. Wie kommt es, daß manche Vulcane auch noch äußerlich, um ihren eigentlichen Kraterkegel herum, von concentrischen Bergwällen umgeben sind, wie z. B. der Vesuv von der Somma?

Das sind wahrscheinlich Folgen solcher Einstürzungen des Gipfels. Man nennt diese ringförmigen Umwallungen gewöhnlich Erhebungskrater, weil man eine Zeit lang glaubte, sie seien durch concentrische Erhebung entstanden; man könnte sie aber eigentlich wohl passender Einstürzungs- oder Senkungskrater nennen. In ihnen hat sich dann nach dem Einsturz oft wieder ein neuer Auswurfskegel und Krater gebildet, wie das z. B. die nachstehende Abbildung darzustellen versucht.



Idealer Durchschnitt eines Vulcans.

514. Werden durch die Eruptionen der Vulcane nur Laven, Schlacken, und sogenannte vulcanische Asche gebildet?

Dadurch, daß die lockeren Auswurfsproducte, Schlackenstücke, Asche u. s. w. zuweilen in das Meer fallen, oder dadurch, daß sie von Regenfluthen zusammengeschwemmt werden, entstehen die sogenannten vulcanischen Tuffbildungen, welche sedimentäre Ablagerungen von vulcanischem Ursprung sind.

515. Finden sich Laven, Schlacken und Tuffbildungen nur an thätigen Vulcanen?

Nein; auch an längst erloschenen, und selbst zwischen schon sehr alten Ablagerungen kommen dergleichen vor.

516. Wodurch unterscheiden sich die sogenannten Schlammvulcane von den gewöhnlichen?

Man wendet den Ausdruck Schlammvulcane auf zweierlei ganz verschiedene Dinge an. Einmal auf gewisse wirkliche Vulcane der Hochebene von Chile, von deren Gipfeln zuweilen gewaltige Schlammströme „Moja“ herabstürzen; dann aber auch auf gewisse Schlammgebiete, aus denen nur Gasarten hervorbrechen, und dabei den Schlamm zu kleinen Kegeln aufwerfen; für diese Bildungen wird auch wohl die Bezeichnung Salsen angewendet.

517. Wie entstehen die Mojaströme an den Schlammvulcanen von Quito?

Theils vielleicht durch schnelles Schmelzen großer Schneemassen auf jenen hohen Berggipfeln, theils aber auch wohl durch den Ausfluß unterirdischer Wasseranhäufungen, in welchem Falle man dann auch Fische von besonderer Art in dem Schlamme eingeschlossen findet, die vorher in den unterirdischen Seen gelebt haben mögen.

518. Wodurch kann der Schnee so plötzlich geschmolzen, oder den unterirdischen Wasserbehältern ein Ausfluß eröffnet werden?

Durch eine wirkliche Eruption der Vulcane, bei welcher der Gipfel schnell durch heiße Dämpfe erwärmt wird, und durch Zerspaltungen, welche in Folge von Erschütterungen aufreißen.

519. Wie kommt aber der Schlamm in das Schmelz- oder Höhlen-Wasser?

Dieses reißt bei seinem plötzlichen Herabstürzen alle lockeren Theile mit sich fort, und verwandelt sich dadurch bald in nassen Schlamm.

520. Die anderen Schlammvulcane, die sogenannten Salsen oder auch Malaceben, sind also eigentlich gar keine Vulcane?

Nein! es sind nur von Schlamm bedeckte Bodenzerspaltungen, aus denen gewisse Gasarten hervorströmen, und den zähen Schlamm zu Blasen und kleinen Hügeln aufblähen, die oft in ihrer Form viel Aehnlichkeit mit kleinen vulcanischen Auswurfskratern haben.

Die nachstehende Abbildung stellt eine Gruppe solcher Schlammkegel bei Purbara in der Nähe von Carthagena in Neu-Granada dar.



521. **Sind die echten Vulcane regelmäßig oder nach bestimmten Gesetzen über die Erde vertheilt?**

Man kennt kein allgemeines Gesetz ihrer Vertheilung; sie finden sich vielmehr ganz unregelmäßig vertheilt in beiden Hemisphären, sowohl in den Aequatorialgegenden, als in den gemäßigten Zonen, und selbst in der Nähe der Pole.

522. **Lassen sich in ihrer Vertheilung gar keine besonderen Beziehungen erkennen?**

Die thätigen Vulcane finden sich häufiger in der Nähe des Meeres, an den Küsten, oder auf Inseln im Meere, als weit vom Meere entfernt im Innern der großen Continente.

523. **Liegen sie gewöhnlich vereinzelt oder zu mehreren in Gruppen beisammen?**

Fast stets finden sie sich zu mehreren oder vielen in Gruppen, vulcanischen Gegenden oder Gebieten vereinigt, die zum Theil

eine sehr große lineare Ausdehnung nach einer Richtung haben. Im letzteren Falle nennt man sie Reihenvulcane.

524. Wie viele thätige Vulcane kennt man auf der Erde?

Einige Tausend; genau sind sie noch nicht gezählt.

525. Dann gehören sie wohl zu den ganz allgemeinen Eigenschaften des Erdkörpers?

Allerdings; sie sind Folgen der vulcanischen Thätigkeit, welche man, wie gesagt, sehr passend als eine Reaction des heißflüssigen Erdinnern gegen die feste Kruste und Oberfläche bezeichnet hat.

526. Sind auch die Erdbeben, welche nicht in unmittelbarer Verbindung mit Eruptionen eines Vulcans auftreten, Folgen der vulcanischen Thätigkeit?

Es giebt wenigstens für diejenigen, welche momentan sehr große Landstriche erschüttern, noch keine bessere Erklärung. Man kennt namentlich keine andere Ursache, welche so große Erdgebiete gleichzeitig erschüttern könnte. Kleine Erschütterungen beschränkter Räume werden auch durch andere Ursachen bedingt.

527. Welches sind die dauernden geologischen Folgen der Erdbeben?

Spaltenaufreißungen und Niveauänderungen.

528. Bleiben die durch Erdbeben in der festen Erdkruste erzeugten Spalten unausgefüllt?

Das hängt ganz von den Umständen ab; d. h. ihre Ausfüllung oder Nichtausfüllung sind Folgen späterer Vorgänge, die nicht nothwendig mit der Kraft, durch welche sie aufgerissen wurden, in Verbindung stehen. Manche solche Spalten sind später von allerlei Mineralien und Erzen erfüllt worden, und bilden nun Erzgänge.

529. Welcher Art sind die durch Erdbeben hervorgebrachten Niveauänderungen?

Es sind dadurch zuweilen große Landstriche plötzlich um mehrere Meter gehoben oder gesenkt worden, was man am deutlichsten dann erkannte, wenn die Aenderung an einer Meeresküste stattfand.

530. Sind solche Hebungen oder Senkungen zu allen Zeiten eingetreten?

Nicht alle Erdbeben scheinen dergleichen hervorzubringen, aber so lange die Erde eine feste Kruste hat, müssen in allen geologischen Perioden, bald hier bald da, bedeutende und sehr ausgedehnte Hebungen und Senkungen stattgefunden haben, wodurch nach und nach die Vertheilung von Land und Meer immer aufs Neue verändert wurde.

Zwölfter Abschnitt.

Ueber die Versteinerungen.

531. Was versteht man unter Versteinerungen?

Ueberreste oder Spuren von Thieren und Pflanzen, welche in den sedimentären Gesteinen gefunden werden. Man nennt sie deshalb auch fossile Organismen oder Petrefacten.

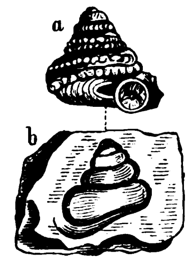
532. In welchem Zustande finden sich diese Ueberreste von Organismen?

In sehr verschiedenartigem; nur selten vollständig erhalten, so z. B. die Insecten im Bernstein, der selbst ein fossiles Pflanzenharz ist; gewöhnlich findet man nur einzelne festere Theile von Pflanzen oder Thieren erhalten, oft sogar nur Abdrücke davon, oder Ausgüsse ihrer inneren Hohlräume — sogenannte Steinkerne —, manchmal sogar nur die Excremente oder die Fußeindrücke (Fährten) von Thieren.

533. Welche Theile von Pflanzen und Thieren findet man besonders häufig im fossilen Zustande?

Von den Pflanzen am häufigsten die Stämme, Zweige oder Blätter; sehr selten die zarten Blüthen oder fleischigen Früchte. Von den Thieren die Knochen und Zähne, die Schuppen oder ...kigen Schalen und Gehäuse.

Nachstehende Abbildung stellt oben das Gehäuse einer Meeresschnecke und darunter den fossilen inneren Ausguß derselben als Steinkern dar.



Folgende zwei Figuren stellen Koprolithen (Excremente vorweltlicher Thiere) dar.



Ein Koprolith (Fischexcrement) aus der Kreideformation.



Ein Koprolith aus der Leias-formation.





Die Fährte eines Chirosaurus aus dem bunten Sandstein von Hildburghausen.

534. Lassen sich aus diesen einzelnen Theilen oder Ueberresten die Pflanzen- oder Thierarten erkennen, von denen sie herrühren?

Nicht immer, aber doch oft. Eigentlich nur dann, wenn sie gut erhalten sind, und sich mit lebenden Formen einigermaßen vergleichen lassen.

535. Stimmen diese Arten (Species) stets mit jetzt lebenden überein?

Nein! in den meisten Fällen weichen sie davon ab, und man bezeichnet sie dann als ausgestorbene Species.

536. Einige stimmen also doch mit lebenden Arten überein?

Ja! aber nur solche, die in sehr neuen Ablagerungen vorkommen.

537. In älteren Ablagerungen kommen also nur Ueberreste von ausgestorbenen Thier- und Pflanzenspecies vor?

So ist es, und diese Abweichung von den lebenden Formen ist um so größer, je älter die Ablagerungen sind, in denen man die Ueberreste findet.

538. Dehnt sich die Verschiedenheit der ausgestorbenen Formen in den älteren Ablagerungen nur auf die Species aus?

Es kommen darin auch solche Thier- und Pflanzenüberreste vor, welche sich nicht mehr in lebend bekannte Geschlechter und Familien unterbringen lassen, und für die man deshalb ganz neue Abtheilungen hat machen müssen.

539. War die Gesammtheit der organischen Bevölkerung der Erde dem gegenwärtigen Thier- und Pflanzenreich stets ähnlich, oder einst ganz davon abweichend?

Es scheint so, als hätten in den ältesten geologischen Perioden die am höchsten organisirten Thiere und Pflanzen ganz gefehlt, z. B. alle Säugethiere und alle angiospermen Dikotyledonen.

540. Was schließt man rücksichtlich der Geschichte des organischen Lebens daraus?

Daß sich das organische Leben auf der Erdoberfläche allmählich

von den niedersten, einfachsten Formen zu immer höher organisirten, mannigfaltigeren und vollkommeneren entwickelt habe.

541. Welches sind die zuerst, d. h. in den ältesten Ablagerungen, auftretenden Thier- und Pflanzenformen?

Zoophyten, Radiarier, Mollusken, Krustaceen und Fische, Kryptogamen und Coniferen.

542. Welche Formen scheinen sich dann diesen zunächst angeschlossen zu haben?

Reptilien, Cykadeen und Palmen.

543. Und dann?

Vögel, einige Säugethiere und phanerogame Pflanzen, wie z. B. unsere Laubhölzer. Zuletzt erst die Affen und die Menschen.

544. Findet man in den Ablagerungen aller Altersperioden schon Ueberreste der Organismen verschiedener Lebenselemente?

So ziemlich! Die Versteinerungen der älteren Ablagerungen sind zwar vorherrschend mariner Natur, es kommen aber doch schon einige Ueberreste von Landpflanzen und Süßwasserorganismen darin vor, so daß man daraus schließen muß, es habe wohl zu allen Zeiten der Unterschied von Meer, Süßwasser und Land existirt, nur nicht von Anfang an in derselben Ausdehnung wie jetzt.

545. Warum nicht in derselben Ausdehnung?

Weil eben in älteren Ablagerungen Land- und Süßwasserorganismen seltener und weniger verbreitet gefunden werden, als in neueren.

546. Enthalten schon die ältesten Ablagerungen Versteinerungen?

Deutlich erkennbare findet man nur in den noch nicht metamorphischen, d. h. noch nicht stark veränderten; aber undeutliche, oder sehr veränderte Spuren von Organismen kommen zuweilen auch zwischen den durch Umwandelung ganz krystallinisch gewordenen, wahrscheinlich allerältesten Sedimentärbildungen vor, so z. B. der Graphit.

547. Weshalb kann man die Versteinerungen zur Bestimmung des relativen Alters der Ablagerungen benutzen?

Weil die Entwickelung des organischen Lebens auf der Erde der Erfahrung gemäß eine stetig vorschreitende gewesen ist, der Art, daß immer neue, immer mehr, und in der Regel immer vollkommener organisirte Arten und Geschlechter an die Stelle der allmählich aussterbenden getreten sind, so daß sich die belebte Welt unausgesetzt verändert hat; ähnlich wie sich die gleichzeitig lebenden Individuen irgend einer Species unausgesetzt ändern, und niemals ein gestorbenes wieder zum Leben gelangt. Die gleichzeitig lebenden Species waren deshalb in jeder geologischen Periode etwas andere, und nachdem man ihre Aufeinanderfolge durch Beobachtung erkannt hat, kann man mit Hülfe dieser Erfahrungen aus den in irgend einer Ablagerung zusammen vorkommenden Versteinerungen das relative Alter derselben erkennen.

548. Sind diese Aenderungen der organischen Schöpfung plötzlich, und auf der ganzen Erde gleichzeitig eingetreten?

Das ist sehr unwahrscheinlich; alle Erfahrungen sprechen vielmehr dafür, daß sie stets sehr allmählich eintraten, daß in keiner Periode die ganze organische Bevölkerung durch eine Katastrophe vernichtet, und dann eine neue an deren Stelle getreten sei, wie denn überhaupt in der ganzen Entwickelungsgeschichte des Erdkörpers wahrscheinlich zu keiner Zeit plötzliche, ganz allgemeine Aenderungen eingetreten sind, sondern stets nur sehr allmähliche oder nur local plötzliche.

Sachregister.



Druck von J. J. Weber in Leipzig.

